This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

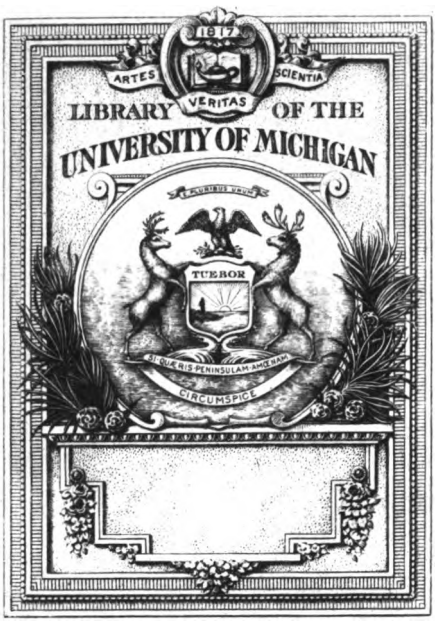
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`



THE GIFT OF

Romelio Cesped

Digitized by Google

TA
567
.L86

Digitized by Google

Digitized by Google

TRAZADO DE CURVAS SOBRE EL TERRENO.

Digitized by Google

Digitized by Google

TRAZADO

DE LAS

CURVAS CIRCULARES Y PARABÓLICAS

SOBRE EL TERRENO.

POR DON JUAN LOPEZ DEL RIVERO,

INGENIERO JEFE DE PRIMERA CLASE DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.

IMPRESO DE REAL ÓRDEN.

MADRID.
IMPRENTA NACIONAL.
1863.

Digitized by Google

Digitized by Google

Hijo
Romulo Cespedes
1-12-1927

PRÓLOGO.

11-17-38. MRJ.

Despues que se ha elegido sobre el terreno el trazado poligonal que debe adoptarse en el proyecto de un camino de hierro, de un canal ó de una carretera, ó que, para replantear la línea, se ha determinado su proyeccion horizontal sobre el mismo terreno, es necesario unir las alineaciones rectas por medio de curvas tangentes á ellas. El objeto de este pequeño libro es presentar los medios de trazado de las curvas circulares y parabólicas, que son las generalmente empleadas.

Para la necesaria claridad he creido conveniente dividirlo en tres secciones: la primera trata de la union de las alineaciones por arcos de círculo; la segunda de la union por arcos de parábola; y la tercera de los medios auxiliares de trazado de estas curvas.

Digitized by Google

La seccion primera se ha dividido en cuatro capítulos: tiene por objeto el primero calcular todos los elementos necesarios para el trazado de los arcos de círculo; trata el segundo de la determinacion de los rádios para que los arcos satisfagan á condiciones dadas, cuando los puntos de tangencia se hallan á igual distancia del vértice de las alineaciones; se ocupa el tercero de la misma determinacion, cuando los puntos de tangencia se hallan á desigual distancia del mismo vértice; y en el cuarto se demuestran los veinte métodos que pueden emplearse en su trazado.

La segunda seccion se halla subdividida en dos capítulos: el primero trata de la determinacion de los elementos necesarios para el trazado de los arcos parabólicos y su desarrollo; y en el segundo se demuestran ocho métodos de trazado, que se prestan á ser fácilmente empleados en el terreno.

Finalmente, en el capítulo primero de la tercera seccion se describen algunos aparatos que conviene emplear en el trazado de las curvas, y en el segundo se presentan cuatro tablas; unas que tienen por objeto abreviar lo posible el tiempo necesario para calcular los elementos de trazado de las curvas circulares, y otras que los presentan calculados para nueve métodos distintos y rádios variables de 100 á 5.000 metros.

El no haberse publicado hasta ahora en nuestro idioma ningun libro con este objeto, y el referirse cada uno de los

Digitized by Google

muchos publicados en el extranjero á un solo método particular, que con frecuencia impiden aplicar circunstancias de localidad, son las causas que me han movido á emprender este trabajo, cuya utilidad ha sido reconocida por la Junta de Profesores de la Escuela especial del Cuerpo y por el Gobierno de S. M., que ha dispuesto por Real órden de 3 de Julio de 1862 que se imprima por cuenta del Estado, despues de oir el dictámen de aquella.

Madrid 15 de Abril de 1863.

Digitized by Google

Digitized by Google

INDICE.

CURVAS DE UNION DE LAS ALINEACIONES.

Números.		Páginas.
1	CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE SU ELECCION. .	1

PRIMERA SECCION.

Union por arcos de círculo.

CAPITULO I.

3	CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS NECESARIOS..... ...	

CAPITULO II.

DETERMINACION DE LOS RÁDIOS.

Caso en que los puntos de tangencia equidistan del encuentro de las alineaciones.

6	*Problema* 1. Determinar el rádio del círculo que pase por tres puntos dados.....	10
8	*Problema* 2. Unir dos alineaciones por un arco de círculo que pase por un punto dado.....	15
9	*Problema* 3. Unir dos alineaciones por un arco de círculo tangente á una recta que las corta.	19
11	*Problema* 4. Unir dos alineaciones por dos arcos	

Digitized by Google

Números.		Páginas.
	de círculo de rádio máximo tangentes entre sí exteriormente y á una recta dada.....	23
12	*Caso* en que los dos arcos deban estar separados por una recta intermedia de longitud dada...	24
13	*Problema* 5. Determinar el rádio del círculo tangente á una alineacion recta en un punto dado, y que pase por otro punto de sujecion.....	25
14	*Problema* 6. Determinar sobre una alineacion recta el punto de tangencia de un círculo de rádio dado, que pase por un punto de sujecion.....	25
15	*Problema* 7. Por dos puntos de sujecion trazar un arco de círculo tangente á una alineacion dada.	26
16	*Problema* 8. Unir una alineacion recta con otra curva de rádio conocido por un arco de círculo de sentido contrario y rádio dado.....	27
22	*Problema* 9. Unir una alineacion recta con otra curva de rádio conocido por un arco de círculo de sentido contrario tangente á la recta en un punto dado.....	32
28	*Problema* 10. Unir una alineacion recta con otra curva de rádio conocido por un arco de círculo de sentido contrario tangente á la curva en un punto dado.....	35
34	*Problema* 11. Unir dos alineaciones por un arco de círculo de tangente dada.....	39
35	*Problema* 12. Unir dos alineaciones por un arco de círculo de parte exterior de secante dada..	39
36	*Problema* 13. Unir dos alineaciones por medio de un arco de círculo que subtenda una cuerda de magnitud dada.....	40
37	*Problema* 14. Unir dos alineaciones por medio de un arco de círculo de flecha dada.....	41
38	*Problema* 15. Unir dos alineaciones por medio de un arco de círculo de desarrollo dado.....	41

Digitized by Google

Números.

CAP[illegible]

DETERMINA[illegible]

Caso en qu[illegible]
igual dis[illegible]

40 Union d[illegible]
por dos arc[illegible]
te. — Rela[illegible]
sus Va[illegible]

43 Cond[illegible]
los arcos [illegible]

45 Unio[illegible]
[illegible]
te — Rela[illegible]
Valor[illegible]

47 Cond[illegible]
[illegible]

49 [illegible]
[illegible]
[illegible]

TRAZ[illegible]

51 [illegible]

52 [illegible]
[illegible]

53 [illegible]
[illegible]

54 [illegible]
[illegible]

55 [illegible]
[illegible]

Digitized by Google

Números. Páginas.

56 *Método* 5. Por ordenadas sobre la cuerda que une los puntos de tangencia..... 66
57 *Método* 6. Por las cuerdas subduplas del arco y sus flechas correspondientes..... 67
58 *Método* 7. Por las cuerdas sucesivas y las flechas correspondientes..... 68
59 *Método* 8. Por las cuerdas subtendentes..... 69
60 *Método* 9. Por los ángulos de las cuerdas con la tangente, y distancia de los puntos sucesivos. 70
62 *Método* 10. Por los senos y senoversos..... 73
63 *Método* 11. Por ordenadas sobre la tangente.... 75
64 *Método* 12. Por ordenadas sobre las tangentes sucesivas..... 76
65 *Método* 13. Por la longitud de las tangentes sucesivas y el doble seno de la mitad del ángulo que forman..... 77
66 *Método* 14. Por la longitud de las tangentes sucesivas y el ángulo que forman..... 78
67 *Método* 15. Por las tangentes y la parte exterior de la secante correspondiente..... 78
68 *Método* 16. Por la longitud de la tangente del arco y la parte exterior de la secante del arco doble..... 79
69 *Método* 17. Por ordenadas sobre las cuerdas sucesivas..... 80
70 *Método* 18. Por la longitud de las cuerdas sucesivas y el ángulo que cada una forma con la anterior..... 82
71 *Método* 19. Por la longitud de las cuerdas sucesivas y el doble seno de la mitad del ángulo que cada una forma con la anterior..... 83
72 *Método* 20. Por la combinacion de dos ó mas cualesquiera de los anteriores..... 84

Digitized by Google

Números. Páginas.

SEGUNDA SECCION.

Union por arcos de parábola.

CAPITULO I.

CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA SU TRAZADO.

73 *Problema* 1. Unir dos alineaciones por medio de un arco de parábola tangente á ellas en puntos equidistantes de su encuentro..... 87

74 *Problema* 2. Unir dos alineaciones por medio de un arco de parábola tangente á ellas en puntos desequidistantes de su encuentro..... 88

75 Desarrollo de un arco de parábola..... 92

CAPITULO II.

TRAZADO DE LAS CURVAS PARABÓLICAS SOBRE EL TERRENO.

77 *Método* 1. Por intersecciones de las cuerdas suplementarias..... 93

78 *Método* 2. Por intersecciones de las tangentes con los rádios sectores correspondientes..... 94

79 *Método* 3. Por intersecciones de los rádios vectores..... 94

80 *Método* 4. Por intersecciones de las tangentes con los rádios vectores infinitos..... 95

81 *Método* 5. Por medio de la ecuacion de la curva. 95

83 *Método* 6. Por los incrementos de las abscisas correspondientes á incrementos constantes de las ordenadas..... 98

84 *Método* 7. Por las tangentes..... 99

85 *Método* 8. Por las subtangentes..... 101

Digitized by Google

Números. Páginas.

TERCERA SECCION.

Medios auxiliares.

CAPITULO I.

DESCRIPCION DE ALGUNOS APARATOS QUE CONVIENE USAR EN EL TRAZADO DE LAS CURVAS SOBRE EL TERRENO.

87 Descripcion y uso del compás de plomada..... 103
88 Descripcion y uso del baivel..... 104
89 Descripcion y uso del cartabon..... 105

CAPITULO II.

TABLAS.

Descripcion y uso de las mismas.

91 *Tabla I.* Líneas trigonométricas naturales..... 106 121

94 *Tabla II.* Angulos tangenciales y cuerdas para arcos de 20 y de 40 metros de longitud y rádios variables de 100 á 5.000 metros..... 112 303

95 *Tabla III.* Elementos para el trazado de los arcos de círculo de 100 á 5.000 metros de rádio, por puntos distantes entre sí 20 metros medidos sobre el arco, por los métodos 7, 12, 13, 14, 15, 17, 18 y 19..... 116 335

96 *Tabla IV.* Longitud de los arcos de círculo de rádio uno y graduacion creciente de 1' en 1', de 1'' en 1'', de 1''' en 1''' y de 0',01 en 0',01. 117 347

Digitized by Google

CURVAS DE UNION DE LAS ALINEACIONES.

Consideraciones generales sobre su eleccion.

1. Elegido el trazado poligonal, es preciso unir entre sí las alineaciones rectas por medio de curvas, que hagan posible el paso de los carruajes de una á otra.

Las curvas mas convenientes para esta union, y por consiguiente mas generalmente usadas, son los arcos de círculo y los de parábola: los primeros tienen la ventaja de ser muy fáciles de trazar, por ofrecer una curvatura constante, y ademas la de que, una vez colocado sobre la curva un carruaje, varía fácilmente de direccion con la curva misma, que produce una resistencia constante al movimiento: los segundos, la de poderse acercar mas al encuentro de las alineaciones para los mismos puntos de tangencia, la de poderse unir por su medio tangencialmente las alineaciones en puntos desequidistantes de su encuentro, mientras que para efectuarlo por medio del círculo, se necesita el empleo de dos arcos tangentes entre sí, y la de que, creciendo su curvatura desde la *entrada de la curva*, donde es la menor, hasta su *vértice*, en que llega á su máximo, para desde este punto volver á decrecer hasta el *punto de salida*, los carruajes entran en ella sin resistencia sensible: tiene en cambio el grave inconveniente de que produce una resistencia al movimiento variable que crece desde la entrada de la curva hasta el vértice, y disminuye desde este punto al de salida.

Digitized by Google

2. Si en la union de las alineaciones no hubiese que satisfacer á condicion alguna, bastaria adoptar una curva del mayor rádio posible, por ser la que produciria la menor resistencia; pero raras veces dejará de ofrecer el terreno accidentes, que manifiesten la conveniencia de sujetar estas curvas á pasar por puntos determinados. Efectivamente, unas veces la conveniencia de atravesar un rio, cruzándolo bajo un ángulo recto, y en alineacion recta, y otras la de evitar movimientos de tierra de consideracion, obligan á fijar en puntos determinados la entrada, la salida, el vértice, ú otro punto cualquiera de la curva, y por consiguiente á efectuar la union por curvas determinadas por esta condicion.

La curva mas generalmente empleada en las carreteras y en los canales, y exclusivamente en los caminos de hierro, es el arco de círculo; por esta razon es de grande importancia la exposicion de los medios de trazado que convenga adoptar en cada caso.

Digitized by Google

PRIMERA SECCION.

UNION POR ARCOS DE CÍRCULO.

CAPÍTULO I.

Cálculo de los elementos necesarios.

3. Antes de exponer los medios de trazado de estas curvas, vamos á calcular en funcion del rádio y del ángulo de las alineaciones, los distintos elementos de que tendremos necesidad de hacer frecuente uso, resolviendo el problema siguiente:

Dado el ángulo de dos alineaciones y el rádio del arco de círculo que ha de unirlas, determinar en funcion de estos datos:

1.° *La longitud de la tangente del arco, la de su mitad, la de su cuarta parte, y en general la correspondiente á la parte* $\frac{1}{n}$ *del arco.*

2.° *La parte exterior de la secante del arco, la de su mitad y en general la de la parte* $\frac{1}{n}$ *del arco.*

3.° *La cuerda del arco, la de su mitad, y en general la de la fraccion* $\frac{1}{n}$ *del mismo.*

4.° *La flecha del arco, la de su mitad, etc., y la de su parte* $\frac{1}{n}$

5.° *El desarrollo del arco, el de su mitad, y en general el de la fraccion* $\frac{1}{n}$ *del mismo.*

*

Digitized by Google

Sean BM y BN (fig. 1) las dos alineaciones que forman entre sí el ángulo α, y R el rádio. El centro del círculo tangente á las alineaciones se halla (Geometría) en la bisectriz BO de su ángulo; y como ha de distar la cantidad R de ellas, se hallará tambien sobre la recta *np* paralela á MB, distante de ella la magnitud $mn=R$; luego estará en su interseccion O. Las perpendiculares OA, y OC á MB y BN determinan los puntos de tangencia A y C, y por consiguiente las tangentes geométricas BA y BC del arco ADC.

En el cuadrilátero AOCB los ángulos en A y en C son rectos, y por consiguiente (Geom.), llamando 6 al ángulo AOC, formado por los rádios OA y OC de los puntos de contacto, se tiene:

$$\frac{1}{2}\alpha+\frac{1}{2}6=90°.$$

luego, *la mitad del ángulo de las alineaciones es complemento de la mitad del de los rádios de los puntos de contacto;* y por consiguiente *las líneas trigonométricas del primero equivalen á las co-líneas del segundo* (Trigonom.)

Esto supuesto

1.° La tangente geométrica AB del arco ADC es la tangente trigonométrica de la mitad AD del mismo arco; y, llamándola *t*, se tiene:

$$t=\overline{AB}=R\ \text{tang.}\ \frac{1}{2}6\ldots.(1)$$

y

$$t=R\ \text{cot.}\ \frac{1}{2}\alpha\ldots.(1_1)$$

que dan

$$R=\frac{t}{\text{tang.}\ \frac{1}{2}6}=t\ \text{cot.}\ \frac{1}{2}6\ldots.(1_2)$$

y

$$R=\frac{t}{\text{cot.}\ \frac{1}{2}\alpha}=t\ \text{tang.}\ \frac{1}{2}\alpha\ldots.(1_3)$$

Tirando por D la recta KF perpendicular á BO, será tangente á la curva, y uniendo los puntos K y F con O, los ángulos AOK,

Digitized by Google

KOD, DOF y FOC son iguales entre sí, y á $\frac{1}{4}6$, la recta KD, tangente geométrica del ángulo AOD $=\frac{1}{2}6$, es la tangente trigonométrica de KOD; por consiguiente, llamándola t', se tiene:

$$t' = \text{R tang.}\frac{1}{4}6 \ldots . (1_4)$$

que da

$$\text{R} = t' \cot.\frac{1}{4}6 \ldots . (1_5)$$

En general, para una fraccion $\frac{1}{n}$ del arco de la curva, la tangente geométrica es igual á la tangente trigonométrica de su mitad $\frac{1}{2n}$; y por consiguiente, si se designa por $t^{n'}$, será

$$t^{n'} = \text{R tang.}\frac{6}{2n} \ldots . (1_6)$$

que da

$$\text{R} = t^{n'} \cot.\frac{6}{2n} \ldots . (1_7)$$

Para tener los valores de t', t''..... $t^{n'}$ en funcion de t, basta poner por R su valor (1_2) ó (1_3).

Haciendo $\frac{6}{n} = \gamma$, que da $6 = n\gamma$ y sustituyendo en las fórmulas (1) y (1_6), resulta

$$t = \text{R tang.}\frac{n\gamma}{2} \ldots . (1_8)$$

y

$$t^{n'} = \text{R tang.}\frac{\gamma}{2} \ldots . (1_9)$$

2.° Se llama *parte exterior de la secante de un arco la* BD *de la bisectriz comprendida entre el vértice* B *de las alineaciones y el* D *del arco.* Designando por s su valor, se tiene:

$$s = \overline{\text{BD}} = \overline{\text{BO}} - \overline{\text{OD}} = \overline{\text{BO}} - \text{R}$$

pero BO es la secante trigonométrica de la mitad AD del arco

Digitized by Google

ADC, *luego la parte exterior* BD *de la secante de un arco es igual á la diferencia entre la secante trigonométrica* BO *de la mitad del arco y el rádio*; por consiguiente se tiene:

$$s = R \text{ sec. } \frac{1}{2} 6 - R = R \text{ (sec. } \frac{1}{2} 6 - 1) = R \text{ (sec. } \frac{1}{2} \gamma - 1) \ldots (2)$$

y

$$s = R \text{ (cosec. } \frac{1}{2} \alpha - 1) \ldots . (2_1)$$

que dan

$$R = \frac{s}{\text{sec. } \frac{1}{2} 6 - 1} \ldots . (2_2)$$

y

$$R = \frac{s}{\text{cosec. } \frac{1}{2} \alpha - 1} \ldots . (2_3)$$

y poniendo por R su valor (1_2) y (1_3), será:

$$s = t \text{ cot. } \frac{1}{2} 6 \text{ (sec. } \frac{1}{2} 6 - 1) = t \frac{1 - \text{cos. } \frac{1}{2} 6}{\text{sen. } \frac{1}{2} 6} =$$

$$t \frac{\text{sen. ver. } \frac{1}{2} 6}{\text{sen. } \frac{1}{2} 6} \ldots . (2_4)$$

y

$$s = t \text{ tang. } \frac{1}{2} \alpha \text{ (cosec. } \frac{1}{2} \alpha - 1) = t \frac{1 - \text{sen. } \frac{1}{2} \alpha}{\text{cos. } \frac{1}{2} \alpha} =$$

$$t \frac{\text{cos. ver. } \frac{1}{2} \alpha}{\text{cos. } \frac{1}{2} \alpha} \ldots . (2_5)$$

Digitized by Google

que dan

$$t = \frac{s \text{ sen.} \frac{1}{2} 6}{1 - \cos. \frac{1}{2} 6} = \frac{s \text{ sen.} \frac{1}{2} 6}{\text{sen. ver.} \frac{1}{2} 6} \ldots . (2_6)$$

y

$$t = \frac{s \cos. \frac{1}{2} \alpha}{1 - \text{sen.} \frac{1}{2} \alpha} = \frac{s \cos. \frac{1}{2} \alpha}{\cos. \text{ ver.} \frac{1}{2} \alpha} \ldots . (2_7)$$

Del mismo modo para la parte exterior KG de la secante de la mitad del arco, se tiene:

$$s' = R (\text{sec.} \frac{1}{4} 6 - 1) \ldots . (2_8)$$

En general para la fraccion $\frac{1}{n}$ del arco total será:

$$s^{n'} = R (\text{sec.} \frac{6}{2n} - 1) = R (\text{sec.} \frac{\gamma}{2} - 1) \ldots . (2_9)$$

3.° *La cuerda* AC, que une los puntos de tangencia, *es igual al doble seno de la mitad del arco* ADC; luego, llamándola c, se tiene:

$$c = 2 R \text{ sen.} \frac{1}{2} 6 = 2 R \cos. \frac{1}{2} \alpha = 2 R \text{ sen.} \frac{n \gamma}{2} \ldots . (3)$$

y poniendo por R su valor (1_2) y (1_3), será:

$$c = 2 t \cos. \frac{1}{2} 6 = 2 t \text{ sen.} \frac{1}{2} \alpha \ldots . (3_1)$$

Igualmente la cuerda AD de la mitad del arco tiene por expresion:

$$c' = 2 R \text{ sen.} \frac{1}{4} 6 \ldots . (3_2)$$

y en general la $c^{n'}$ de la fraccion $\frac{1}{n}$ del arco total

$$c^{n'} = 2 R \text{ sen.} \frac{6}{2n} = 2 R \text{ sen.} \frac{\gamma}{2} \ldots . (3_3)$$

Digitized by Google

4.° Se llama *flecha de un arco la perpendicular* DE *bajada desde su medio* D *sobre la cuerda* AC *que une sus extremos*; pero DE es el seno verso de la mitad AD del arco; luego, llamándola f, se tiene:

$$f = R \text{ sen. ver.} \frac{1}{2} 6 = R \text{ cos. ver.} \frac{1}{2} \alpha = R \text{ sen ver.} \frac{\pi \gamma}{2} \ldots . (4)$$

y poniendo por R su valor (1_2) y (1_3) será

$$f = t \cot. \frac{1}{2} 6 \text{ sen. ver.} \frac{1}{2} 6 = t \text{ tang.} \frac{1}{2} \alpha \text{ cos. ver.} \frac{1}{2} \alpha \ldots (4_1)$$

Del mismo modo, la flecha GH de la mitad AD del arco tendrá por expresion:

$$f' = R \text{ sen. ver.} \frac{1}{4} 6 \ldots . (4_2)$$

y la $f^{n'}$ de la parte $\frac{1}{n}$ del arco total

$$f^{n'} = R \text{ sen. ver.} \frac{6}{2n} = R \text{ sen. ver.} \frac{\gamma}{2} \ldots . (4_3)$$

5.° La longitud ó desarrollo de la circunferencia de rádio R, es $2\pi R$; y como esta longitud corresponde á los 360° de la circunferencia, la longitud del arco de un grado será $\frac{2\pi R}{360°}$; y por consiguiente la del arco de 6° tendrá por expresion, llamándola l:

$$l = \frac{2\pi R 6°}{360°} = 0{,}0174533 \, R \, 6° \ldots . (5)$$

ú observando que $\frac{2\pi 6°}{360°}$ es el desarrollo del arco de 6° del círculo de rádio uno, se tendrá, designándole por λ

$$l = \lambda R \ldots . (5_1)$$

y el de la fraccion $\frac{1}{n}$ del arco de 6°

$$l^{n'} = \frac{2\pi R 6°}{360° n} = 0{,}0174533 \, R \, 7° \ldots \quad (5_2)$$

Digitized by Google

Si se quisiera tener estas mismas fórmulas en funcion de t, no habria mas que poner en ellas en lugar de R su valor (1_2).

Poniendo en las expresiones anteriores en lugar de R el valor deducido de las (3) y (3_3), se convierten en

$$l = \frac{\pi\, c\, 6^\circ \operatorname{cosec.} \frac{1}{2}\, 6}{360^\circ} = 0{,}0087266\; c\; 6^\circ \operatorname{cosec.} \frac{1}{2}\, \alpha \ldots\ldots (5_3)$$

$$l^{n'} = \frac{\pi\, c^{n'}\, 6^\circ \operatorname{cosec.} \frac{6}{2n}}{360^\circ_n} = 0{,}0087266\; c^{n'} \frac{6^\circ}{n} \operatorname{cosec.} \frac{6}{2n} \ldots\ldots (5_4)$$

que dan:

$$c = \frac{360^\circ\, l \operatorname{sen.} \frac{1}{2}\, 6}{\pi 6^\circ} = 114{,}59155902\, \frac{l}{6^\circ} \operatorname{sen.} \frac{1}{2}\, 6 \ldots\ldots (5_5)$$

$$c^{n'} = \frac{360^\circ\, n\, l^{n'} \operatorname{sen.} \frac{6}{2n}}{\pi 6^\circ} = 114{,}59155902 \frac{l}{6^\circ} \operatorname{sen.} \frac{6}{2n} \ldots\ldots (5_6)$$

4. Por medio de estas fórmulas se podrian formar tablas que para un rádio ó tangente determinada y constante diesen los valores de t ó R, de s, s'..... c, c'..... f, f'..... y l, l'..... correspondientes á cada valor de α, y las hay efectivamente, si no para todos estos elementos, al menos para la mayor parte, tomando como dato el rádio ó la tangente expresada por 100 y el valor de α que crece de 1' en 1'.

El uso de estas tablas ó su aplicacion á un rádio cualquiera, es sencillo, porque, como todos los elementos calculados son proporcionales al rádio y á la tangente, bastará, para deducirlos de los valores con que aparecen en las tablas enfrente del valor de α que se considere, multiplicarlos por el valor del rádio que se quiere emplear, ó de la tangente, en su caso, que le corresponda, y dividir por 100 el producto.

Esencialmente estas tablas no son otra cosa que las de las líneas trigonométricas naturales para el rádio 100, ó para un

Digitized by Google

rádio variable correspondiente á la tangente 100. Por esta razon, por evitar la division por 100, y porque han de ser de un uso frecuente en el cálculo de los rádios, consideramos preferibles las tablas de todas las líneas y colíneas trigonométricas naturales calculadas para la unidad por rádio, que se presentan con el número I.

Una vez que la curva está determinada por el ángulo de las alineaciones que debe unir, y por el rádio, y el primero se conoce por el trazado poligonal, vamos á ocuparnos en el capítulo siguiente de las consideraciones que conduzcan á la fijacion del segundo.

CAPÍTULO II.

DETERMINACION DE LOS RÁDIOS.

Caso en que los puntos de tangencia equidistan del encuentro de las alineaciones.

5. Habiendo indicado mas arriba que los accidentes del terreno obligarian en la mayor parte de los casos á adoptar rádios determinados, para evitar los inconvenientes que se seguirian de no hacer pasar las curvas por ciertos puntos, que podemos considerar de sujecion, vamos á calcular aquellos para los casos que mas frecuentemente se presentan en la práctica, resolviendo los problemas siguientes:

6. Problema 1.° *Determinar el rádio del círculo que pase por tres puntos dados.*

Sean A, B y C (fig. 2) los tres puntos dados. Su situacion relativa puede conocerse por la medicion de las distancias AB y BC, y del ángulo ABC, por la de las AB, BC y AC, ó por la de las AB, BG y GC.

Primer caso. Tirando en el punto D, medio de AB, la per-

Digitized by Google

pendicular DO, y en el E, medio de CB, la EO, el punto O de interseccion determina el centro del círculo, cuyo rádio OB se desea calcular; para esto, haciendo

$$\overline{AB} = 2c$$

$$\overline{CB} = 2a$$

y $$ABC = \gamma$$

el triángulo FEB, rectángulo en E, da:

$$\overline{FB} = \frac{\overline{EB}}{\cos.\gamma} = \frac{a}{\cos.\gamma}$$

y por consiguiente

$$\overline{DF} = \overline{DB} - \overline{FB} = c - \frac{a}{\cos.\gamma} = \frac{c\cos.\gamma - a}{\cos.\gamma}$$

En el triángulo DOF, tambien rectángulo en D, el ángulo DOE es igual á γ, por ser ambos complementos de los DFO y EFB iguales por opuestos al vértice, y da:

$$\overline{DO} = \frac{\overline{DF}}{\text{tang.}\,\gamma} = \frac{c\cos.\gamma - a}{\text{sen.}\,\gamma}$$

Finalmente el triángulo DOB, igualmente rectángulo en D, da:

$$R = \overline{OB} = \sqrt{\overline{OD}^2 + \overline{DB}^2} = \sqrt{\frac{(c\cos.\gamma - a)^2}{\text{sen.}^2\gamma} + c^2} =$$

$$= \frac{\sqrt{c^2\cos.^2\gamma - 2ca\cos.\gamma + a^2 + c^2\,\text{sen.}^2\gamma}}{\text{sen.}\,\gamma}$$

ó

$$R = \frac{\sqrt{c^2 + a^2 - 2ca\cos.\gamma}}{\text{sen.}\,\gamma} \quad \ldots.(6)$$

que determina el rádio.

*

Digitized by Google

Esta expresion puede ponerse bajo una forma mas sencilla, observando (Trigonom.) que

$$4\,c^2 + 4\,a^2 - 8\,ca\,\cos.\,\gamma = \overline{AC}^2$$

que da

$$c^2 + a^2 - 2\,ca\,\cos.\,\gamma = \frac{\overline{AC}^2}{4} \ldots\ldots (7)$$

pues se tiene:

$$R = \frac{\overline{AC}}{2\,\text{sen.}\,\gamma} \ldots\ldots (8)$$

y para aplicarla se calcularia de antemano el valor de AC que es:

$$2\sqrt{c^2 + a^2 - 2\,ca\,\cos\gamma}$$

Segundo caso. Cuando se conocen las distancias AB, BC y AC, es aplicable la misma fórmula (8), poniendo por sen. γ el valor deducido de (7); para efectuarlo, llamemos $2b$ á la distancia AC, y la ecuacion (7) da:

$$\cos.\,\gamma = \frac{c^2 + a^2 - b^2}{2\,ca}$$

y

$$\text{sen.}\,\gamma = \sqrt{1 - \cos.^2\gamma} = \frac{\sqrt{4\,a^2 b^2 - (c^2 - a^2 - b^2)^2}}{2\,ca}$$

y sustituyendo en la (8) resulta:

$$R = \frac{2\,abc}{\sqrt{4\,a^2 b^2 - (c^2 - a^2 - b^2)^2}} \ldots\ldots (9)$$

Digitized by Google

Tercer caso. Dadas las distancias AB, BG y GC, determinar el rádio del círculo que pase por A, B y C. Sean

$$\overline{AB} = 2c$$

$$\overline{CG} = d$$

$$\overline{BG} = c'$$

El triángulo CGB rectángulo en G, da:

$$\overline{CB} = \sqrt{\overline{CG}^2 + \overline{GB}^2} = \sqrt{d^2 + c'^2}$$

y

$$\text{sen. } \gamma = \frac{\overline{CG}}{\overline{CB}} = \frac{d}{\sqrt{d^2 + c'^2}}$$

Tambien es rectángulo en G el triángulo ACG y da:

$$\overline{AC} = \sqrt{\overline{AG}^2 + \overline{CG}^2} = \sqrt{(\overline{AB} - \overline{BG})^2 + d^2} =$$

$$= \sqrt{(2c - c')^2 + d^2}$$

Sustituyendo en la expresion (8) por AC y sen. γ estos valores se tiene:

$$R = \frac{\sqrt{(2c - c')^2 + d^2}}{\frac{2d}{\sqrt{d^2 + c'^2}}} = \frac{\sqrt{[(2c - c')^2 + d^2]\,(d^2 + c'^2)}}{2d} \quad (10)$$

que expresa el de R en funcion de los datos de la cuestion.

7. Si el punto dado C estubiese equidistante de los A y B, tal como en H, este seria el vértice ó punto medio de la curva, la distancia $BG = c'$ seria igual á BD ó c, y la $GC = d$ se con-

Digitized by Google

vertiria en la flecha DH; llamando á esta f, y sustituyendo en la expresion (10) se convierte en

$$R = \frac{c^2 + f^2}{2f} \ldots . (11)$$

Esta fórmula se deduce directamente con mas facilidad: en efecto, la perpendicular AD al diámetro es media proporcional entre los segmentos del diámetro; luego se tiene:

$$\overline{AD}^2 = \overline{HD} \times (2\,\overline{OH} - \overline{HD})$$

ó

$$c^2 = f(2R - f)$$

que da:

$$R = \frac{c^2 + f^2}{2f}$$

Como esta fórmula expresa la relacion que existe entre el rádio, la cuerda y la flecha independientemente del ángulo de las alineaciones, se obtiene tambien eliminando este por medio de las (3) y (4). En efecto, observando que aquí hemos designado la cuerda por $2c$, y elevando al cuadrado la primera, despues de hacer esta sustitucion, se tiene:

$$4c^2 = 4R^2 \cos.^2 \frac{1}{2}\alpha = 4R^2 (1 - \text{sen.}^2 \frac{1}{2}\alpha)$$

pero la segunda da:

$$\text{sen.} \frac{1}{2}\alpha = \frac{R - f}{R}$$

ó

$$\text{sen.}^2 \frac{1}{2}\alpha = \frac{(R - f)^2}{R^2}$$

luego sustituyendo en la anterior resulta:

$$c^2 = R^2 \left(1 - \frac{(R - f)^2}{R^2}\right)$$

Digitized by Google

que da:

$$R = \frac{c^2 + f^2}{2f}$$

8. Problema 2.° *Unir dos alineaciones* AM y AN, *cuyo ángulo es conocido, por medio de un arco de círculo tangente á ellas, y que pase por un punto cualquiera* E *comprendido dentro del ángulo de las mismas.*

La posicion del punto E (fig. 3) puede fijarse por las distancias AI é IE, ó por las AF y FE; el primer caso tendrá lugar cuando, hallándose E cerca de la bisectriz, ofrezca menos trabajo medir AI é IE, y el segundo cuando, por hallarse cerca de la alineacion, sea mas fácil medir las AF y FE.

1.° Sea α el ángulo de las alineaciones y prolónguese la recta IE hasta G y K; el problema se reduce á calcular la tangente AD, y llamándola t se tiene:

$$t = \overline{AK} + \overline{KD}$$

La tangente es media proporcional entre la secante y su parte externa, y por consiguiente

$$\overline{KD} = \sqrt{\overline{KE} \times \overline{KG}}$$

luego

$$t = \overline{AK} + \sqrt{\overline{KE} \times \overline{KG}}$$

pero el triángulo KAI rectángulo en I da:

$$\overline{AK} = \frac{\overline{AI}}{\cos. \frac{1}{2} \alpha}$$

y

$$\overline{KI} = \overline{AI} \text{ tang.} \frac{1}{2} \alpha$$

luego

$$\overline{KE} = \overline{KI} - \overline{EI} = \overline{AI} \text{ tang.} \frac{1}{2} \alpha - \overline{EI}$$

$$\overline{KG} = \overline{KI} + \overline{GI} = \overline{KI} + \overline{EI} = \overline{AI} \text{ tang.} \frac{1}{2} \alpha + \overline{EI}$$

Digitized by Google

y por consiguiente

$$t = \frac{\overline{AI}}{\cos.\frac{1}{2}\alpha} + \sqrt{\overline{AI}^2 \operatorname{tang.}^2 \tfrac{1}{2}\alpha - \overline{EI}^2} \quad \ldots.(12)$$

Para tener el rádio se pondrá por t su valor en la fórmula (1_3) y será:

$$R = \left(\frac{\overline{AI}}{\cos.\frac{1}{2}\alpha} + \sqrt{\overline{AI}^2 \operatorname{tang.}^2 \tfrac{1}{2}\alpha - \overline{EI}^2} \right) \operatorname{tang.} \tfrac{1}{2}\alpha \ldots (13)$$

Para resolver el problema gráficamente, observaremos que basta determinar el punto de tangencia D: para esto prolónguese IE y desde su encuentro K con AM llévese $Ke = KE$, sobre Ge como diámetro, trácese la semicircunferencia ebG, levántese en K la perpendicular Kb al diámetro y llévese de K en D por el arco bD; el punto D es el de tangencia, porque se tiene:

$$t = \overline{AD} = \overline{AK} + \overline{KD} = \overline{AK} + \overline{Kb} = \overline{AK} + \sqrt{\overline{KE} \times \overline{KG}}$$

Si el punto E estuviese en D', sobre la bisectriz del ángulo, la distancia AI se convertiria en la parte exterior de la secante, que hemos llamado s (3), y la distancia EI es cero: en este supuesto la fórmula anterior (12) será:

$$t = s \frac{1 + \operatorname{sen.}\frac{1}{2}\alpha}{\cos.\frac{1}{2}\alpha}$$

y como (Trigonom.)

$$(1 + \operatorname{sen.}\tfrac{1}{2}\alpha)(1 - \operatorname{sen.}\tfrac{1}{2}\alpha) = 1 - \operatorname{sen.}^2\tfrac{1}{2}\alpha = \cos.^2\tfrac{1}{2}\alpha$$

da:

$$1 + \operatorname{sen.}\frac{1}{2}\alpha = \frac{\cos.^2\frac{1}{2}\alpha}{1 - \operatorname{sen.}\frac{1}{2}\alpha}$$

Digitized by Google

resulta:

$$t = \frac{s \cos. \frac{1}{2}\alpha}{1 - \text{sen.} \frac{1}{2}\alpha} \ldots\ldots (14)$$

y por consiguiente

$$R = \frac{s \text{ sen.} \frac{1}{2}\alpha}{1 - \text{sen.} \frac{1}{2}\alpha} = \frac{s}{\text{cosec.} \frac{1}{2}\alpha - 1} \ldots\ldots (15)$$

que son las mismas (2_7) y (2_3), como debia suceder.

2.° Para resolver el mismo problema, cuando el punto E esté referido á la alineacion AM por las distancias AF y FE, tírese por E la KG perpendicular á la bisectriz, y se tendrá:

$$t = \overline{AD} = \overline{AF} + \overline{FK} + \overline{KD} = \overline{AF} + \overline{FK} + \sqrt{\overline{KE} \times \overline{KG}} =$$

$$= \overline{AF} + \overline{FK} + \sqrt{\overline{KE}\ (\overline{KI} + \overline{EI})}$$

El triángulo KEF rectángulo en F da:

$$\overline{FK} = \overline{FE} \text{ tang.} \frac{1}{2}\alpha$$

$$\overline{KE} = \frac{\overline{FE}}{\cos. \overline{KEF}} = \frac{\overline{FE}}{\cos. \frac{1}{2}\alpha}$$

El triángulo KAI, tambien rectángulo en I, da igualmente:

$$\overline{KI} = \overline{KA} \text{ sen.} \frac{1}{2}\alpha = (\overline{AF} + \overline{FK}) \text{ sen.} \frac{1}{2}\alpha =$$

$$= (\overline{AF} + \overline{FE} \text{ tang.} \frac{1}{2}\alpha) \text{ sen.} \frac{1}{2}\alpha$$

Digitized by Google

por consiguiente:

$$\overline{EI} = \overline{KI} - \overline{KE} = \overline{AF}\,\text{sen.}\frac{1}{2}\alpha + \overline{FE}\frac{\text{sen.}^2\frac{1}{2}\alpha}{\cos.\frac{1}{2}\alpha} - \frac{\overline{FE}}{\cos.\frac{1}{2}\alpha} =$$

$$= \overline{AF}\,\text{sen.}\frac{1}{2}\alpha - \overline{FE}\cos.\frac{1}{2}\alpha$$

sustituyendo todos estos valores en el de t será:

$$t = \overline{AF} + \overline{FE}\,\text{tang.}\frac{1}{2}\alpha +$$

$$+\sqrt{\frac{\overline{FE}}{\cos.\frac{1}{2}\alpha}\left(2\overline{AF}\,\text{sen.}\frac{1}{2}\alpha + \overline{FE}\left(\frac{\text{sen.}^2\frac{1}{2}\alpha}{\cos.\frac{1}{2}\alpha} - \cos.\frac{1}{2}\alpha\right)\right)} =$$

$$= \overline{AF} + \overline{FE}\,\text{tang.}\frac{1}{2}\alpha +$$

$$+\sqrt{2\overline{AF}\times\overline{FE}\,\text{tang.}\frac{1}{2}\alpha + \overline{FE}^2\left(\text{tang.}^2\frac{1}{2}\alpha - 1\right)}$$

ó

$$t = \overline{AF} + \overline{FE}\left[\text{tang.}\frac{1}{2}\alpha + \right.$$

$$\left. + \sqrt{\frac{2\overline{AF}}{\overline{FE}}\,\text{tang.}\frac{1}{2}\alpha + \text{tang.}^2\frac{1}{2}\alpha - 1}\right] \ldots . (16)$$

El rádio estará dado por la expresion

$$R = t\,\text{tang.}\frac{1}{2}\alpha = \left[\overline{AF} + \overline{FE}\left(\text{tang.}\frac{1}{2}\alpha + \right.\right.$$

$$\left.\left. + \sqrt{\frac{2\overline{AF}}{\overline{FE}}\,\text{tang.}\frac{1}{2}\alpha + \text{tang.}^2\frac{1}{2}\alpha - 1}\right)\right]\text{tang.}\frac{1}{2}\alpha \quad (17)$$

Digitized by Google

La construccion gráfica se efectuará del mismo modo que en el caso anterior.

Si el punto de sujecion estuviese sobre una de las alineaciones, tal como en F sobre la AM, la distancia FE es cero, y por consiguiente los valores anteriores se convierten en

$$t = \overline{AF}$$

$$R = AF \text{ tang. } \frac{1}{2}\alpha$$

lo cual prueba que en este caso el punto de sujecion es el de tangencia de la curva, como debia suceder.

9. Problema 3.° *Unir dos alineaciones* AM *y* AN *por un arco de círculo tangente á la recta* BC *que las corta* (fig. 4).

Este problema se presenta: 1.° cuando establecidas sobre el terreno las tres alineaciones MB, BC y CN, resulta la longitud de la segunda bastante pequeña, para que al unirla con la primera por el arco *mm'*, y con la tercera por el *nn'*, separado del anterior por la parte recta *m'n*, resulten rádios demasiado pequeños, y se considere preferible unir las tres por una sola curva que proporciona el rádio máximo: 2.° cuando, siendo inaccesible el vértice A, ha sido preciso introducir la alineacion provisional BC, para determinar el ángulo formado α. En ambos casos, la recta BC debe establecerse bajo la direccion conveniente al trazado.

Los datos del problema son los ángulos MBC$=\delta$, y BCN$=\gamma$, y la longitud BC, y se quiere determinar el ángulo α, la tangente AD, los puntos de tangencia D, E y H, ó sean las longitudes BE y EC, y el rádio.

Sea r'' el rádio de un círculo *mm'* tangente á las rectas MB y BC y t'' su tangente geométrica y se tiene (1_3):

$$r'' = t'' \text{ tang. } \frac{1}{2}\delta$$

Análogamente para las alineaciones BC y CN

$$r''' = t''' \text{ tang. } \frac{1}{2}\gamma$$

Digitized by Google

Pero, como se desea que el círculo tangente á las tres rectas sea uno mismo, habrá de verificarse que $r'' = r'''$, y llamando R al nuevo rádio y t y t' los valores correspondientes á sus tangentes BE y EC, y d la longitud BC, se tendrá:

$$R = t \text{ tang.} \frac{1}{2}\delta$$

$$R = t' \text{ tang.} \frac{1}{2}\gamma$$

que dan:

$$t \text{ tang.} \frac{1}{2}\delta = t' \text{ tang.} \frac{1}{2}\gamma$$

y además

$$t + t' = d$$

Por medio de estas dos ecuaciones se determinan t y t'. En efecto, la segunda da:

$$t' = d - t$$

sustituyendo en la primera se tiene:

$$t \text{ tang.} \frac{1}{2}\delta = d \text{ tang.} \frac{1}{2}\gamma - t \text{ tang.} \frac{1}{2}\gamma$$

de donde

$$t = \frac{d \text{ tang.} \frac{1}{2}\gamma}{\text{tang.} \frac{1}{2}\delta + \text{tang.} \frac{1}{2}\gamma} \quad \ldots\ldots(18)$$

y por consiguiente

$$t' = d - t = \frac{d \text{ tang.} \frac{1}{2}\delta}{\text{tang.} \frac{1}{2}\delta + \text{tang.} \frac{1}{2}\gamma} \quad \ldots\ldots(19)$$

y sustituyendo cualquiera de estos valores en el correspondiente de R, y dividiendo por $\text{tang.} \frac{1}{2}\delta \text{ tang.} \frac{1}{2}\gamma$, resulta:

$$R = \frac{d}{\text{cotang.} \frac{1}{2}\gamma + \text{cotang} \frac{1}{2}\delta} \quad \ldots\ldots(20)$$

Digitized by Google

Estas expresiones fijan los puntos D, E y H, y el valor del rádio DO, que satisfacen á las condiciones exigidas.

El ángulo α tiene por valor

$$\alpha = 180° - (ABC + ACB) = 180° - (180° - \delta + 180° - \gamma) =$$
$$= \delta + \gamma - 180° \quad \ldots\ldots (21)$$

Si se desea conocer la longitud AD de la tangente de la curva, basta poner en la fórmula (1_4) por R y α los valores anteriores.

Como se observa por la figura, la resolucion gráfica se reduce á tirar las bisectrices de los ángulos δ y γ para determinar el centro del círculo, y las perpendiculares OD, OE, y OH para obtener los puntos D, E y H.

10. Cuando se hace uso de tablas que dan los rádios correspondientes á una tangente τ determinada para ángulos de las alineaciones crecientes de 1' en 1', es mas sencillo calcular las tangentes t y t' y el rádio R del modo siguiente.

Sea r el rádio *om* correspondiente al ángulo δ para la tangente τ, el cual lo dan las tablas; r' el *o'n* correspondiente al ángulo γ y la misma tangente; t la tangente BE correspondiente al ángulo δ y rádio R que se pide, y t' la EC para el mismo rádio y ángulo γ. Los triángulos *Bom'* y BOE son semejantes, lo mismo que los *Co'n* y COE y dan:

$$\overline{Bm'} : \overline{m'o} :: \overline{BE} : \overline{EO}$$

$$\overline{Cn} : \overline{no'} :: \overline{CE} : \overline{EO}$$

ó

$$\tau : r :: t : R$$

$$\tau : r' :: t' : R$$

que dan:

$$R\tau = rt$$

$$R\tau = r't'$$

y por consiguiente

$$rt = r't'$$

Digitized by Google

Formando proporcion se tiene:

$$r : r' :: t' : t$$

ó

$$r + r' : r' :: t' + t : t$$

pero

$$t + t' = d$$

uego

$$t = \frac{r' d}{r + r'} \quad \ldots\ldots (22)$$

y

$$t' = d - t = \frac{r d}{r + r'} \quad \ldots\ldots (23)$$

por consiguiente:

$$R = \frac{r t}{\tau} = \frac{r r' d}{\tau (r + r')} \quad \ldots\ldots (24)$$

Si las tablas dieran las tangentes para un rádio constante ρ, llamando t'' y t''' las tangentes correspondientes á él para los ángulos δ y γ, se tendria análogamente:

$$t'' : \rho :: t : R$$

$$t''' : \rho :: t' : R$$

que dan:

$$t'' : t''' :: t : t'$$

y

$$t'' + t''' : t'' :: t + t' : t$$

de donde

$$t = \frac{t'' d}{t'' + t'''} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (25)$$

$$t' = d - t = \frac{t''' d}{t'' + t'''} \quad \ldots\ldots (26)$$

$$R = \frac{\rho t}{t''} = \frac{\rho d}{t'' + t'''} \quad \ldots\ldots (27)$$

Digitized by Google

11. Problema 4.° *Dadas tres alineaciones* MB, BC *y* CN, *de las cuales* BC *se supone de corta longitud, y los ángulos que la intermedia forma con las otras dos, unirlas sucesivamente por curvas circulares del mayor rádio posible.*

Conservaremos para los ángulos MBC y BCN (fig. 5), para las tangentes de los arcos, que nos proponemos determinar y sus rádios, así como para la longitud BC, las mismas denominaciones del problema anterior, y observaremos que, creciendo el valor de los rádios proporcionalmente á las tangentes, el máximo rádio corresponderá al caso en que no quede ninguna parte de la alineacion entre los puntos de tangencia, ó lo que es lo mismo, cuando las dos curvas sean tangentes entre sí; pero el rádio correspondiente al vértice B no puede crecer en semejante caso sino disminuyendo el correspondiente al C; luego el máximo rádio corresponde al caso en que los dos sean iguales.

Este caso se resuelve exactamente de la misma manera que el anterior, y por eso se han puesto en esta figura las mismas letras que en la relativa á aquel. Efectivamente, si se hace girar la alineacion CN al rededor de BC hasta que cada uno de sus puntos describa un arco de 180°, vendrá á colocarse sobre el mismo plano en CN'; entonces la figura es exactamente la del caso anterior, sin que haya alterado ni la longitud de las líneas, ni la abertura de los ángulos; por consiguiente se tendrá, como allí:

$$t = \frac{d \text{ tang.} \frac{1}{2}\gamma}{\text{tang.} \frac{1}{2}\delta + \text{tang.} \frac{1}{2}\gamma}$$

$$t' = d - t = \frac{d \text{ tang.} \frac{1}{2}\delta}{\text{tang.} \frac{1}{2}\delta + \text{tang.} \frac{1}{2}\gamma}$$

$$R = \frac{d}{\text{cotang.} \frac{1}{2}\gamma + \text{cotang.} \frac{1}{2}\delta}$$

Digitized by Google

Por la misma razon son aplicables á este caso las fórmulas (22) (23) (24) (25) (26) y (27).

La construccion gráfica se hace tambien como en el problema anterior, despues de efectuar el giro de la alineacion, ó simplemente el de la bisectriz CO', que contiene el centro, y tomará la posicion CO: como tambien ha de hallarse sobre la bisectriz BO, resulta ser el punto O para el arco correspondiente al ángulo δ, y el O', adonde viene á parar deshaciendo el giro, para el γ.

Estos casos se presentan con frecuencia en terrenos quebrados.

12. La union de dos alineaciones por dos arcos de círculo tangentes exteriormente no es admisible en los trazados de caminos de hierro, ya por las excesivas resistencias que se desarrollan cuando parte del tren se halla en una curva y parte en la contigua, y ya principalmente por la exposicion á descarrilamientos. Para evitar estos graves inconvenientes, se procura siempre separar los dos arcos de curva por una alineacion recta, cuya longitud mínima sea mayor ó igual á la máxima de un tren. Es verdad que esta condicion reduce la longitud de los rádios, aumentando por consecuencia el rozamiento; pero es preferible este inconveniente, aun en el caso del límite de los rádios, porque la alineacion intermedia permite elevar en la segunda parte de la curva el carril que estaba mas bajo en la primera, por ocupar la parte interior, y se reduce la exposicion á descarrilar.

El problema se resuelve por las mismas fórmulas del caso anterior, poniendo por d la longitud de la alineacion intermedia disminuida en la parte que debe quedar recta entre ambas curvas. La figura 6 representa la union de las mismas alineaciones (fig. 5), con la condicion de que los rádios EO y E'O' sean iguales, y que la tangente comun EE' sea de una magnitud determinada.

Para resolverlo gráficamente, se toma sobre BC la parte CC' de igual longitud que la parte recta intermedia, por C' se tira C'N_4 paralela á CN, y sobre las MB, BC' y C'N_4 se procede del mismo modo que en el caso anterior, y se deter-

Digitized by Google

mina el centro O del primer arco, el rádio DO y las tangentes BE y EC′ de ambos; por consiguiente, tomando CE′ y CH iguales á EC′, las perpendiculares E′O′ y HO′ determinan el centro O′ del segundo, y el problema queda resuelto.

13. Problema 5.° *Determinar el rádio de un arco de círculo tangente á una alineacion* MA *en un punto dado* D, *y que pase por otro punto* E (fig. 7).

La situacion del punto E con relacion á la alineacion, puede conocerse por las distancias DF y FE, medidas sobre la alineacion MA, y la perpendicular á ella FE, ó por el ángulo FDE y la distancia DE: en este último caso se tiene $\overline{DF} = \overline{DE}$ cos. FDE, $\overline{FE} = \overline{DE}$ sen. FDE, y por consiguiente en ambos se conocen DF y FE; pero DF es la mitad de la cuerda de un arco doble del DE, y FE es la flecha del mismo arco; luego el problema se reduce al de conocida la cuerda y la flecha de un arco, determinar su rádio, resuelto (7); se tiene por consiguiente:

$$R = \frac{\overline{DF}^2 + \overline{FE}^2}{2\ \overline{FE}} = \frac{c^2 + f^2}{2f}$$

La resolucion gráfica de este problema se reduce á determinar el centro O, que es el punto de encuentro de la perpendicular DO, levantada en D sobre MA, con la GO, que lo es á DE en su medio.

14. Problema 6.° *Determinar sobre una alineacion* MA *el punto de tangencia del arco de círculo, de rádio dado* R, *que pase por otro punto dado* E.

Este problema queda resuelto despejando c en la fórmula anterior, que da:

$$c = \sqrt{2\,Rf - f^2} = \overline{FD}$$

La resolucion gráfica del problema consiste en determinar el centro O, que se halla sobre el arco *mn* trazado desde el punto dado E con el rádio R, y sobre la recta *m′n′* paralela á MA tirada á la distancia R de ella, y por consiguiente sobre

Digitized by Google

su interseccion: el pié D de la perpendicular OD á la alineacion es el punto pedido.

15. Problema 7.° *Por dos puntos de sujecion* E y E' (fig. 8), *trazar un arco de círculo tangente á una alineacion dada* MA.

Los puntos E y E' pueden estar fijos de posicion respecto á la alineacion por las distancias BC, CE y BC', C'E', ó por el ángulo ABE', y las distancias BE y BE'. En el primer caso los triángulos BCE, y BC'E' rectángulos en C y C' dan:

$$\overline{BE} = \sqrt{\overline{BC}^2 + \overline{CE}^2}$$

$$\overline{BE'} = \sqrt{\overline{BC'}^2 + \overline{C'E'}^2}$$

y en el segundo los mismos triángulos dan:

$$BC = BE \cos. \delta$$

$$CE = BE \text{ sen. } \delta$$

$$BC' = BE' \cos. \delta$$

$$C'E = BE' \text{ sen. } \delta$$

Esto supuesto, el problema se reduce á determinar: primero, el punto de tangencia D; segundo, el rádio DO.

1.° La línea EE' corta á la alineacion en B, y la distancia BD, que fija el punto de tangencia, es media proporcional entre la secante BE' y la parte externa BE, y por consiguiente, llamándola t, se tiene:

$$t = \sqrt{\overline{BE} \times \overline{BE'}}$$

que determina el punto de tangencia.

2.° Conocida BD, y por consiguiente DC ó DC', nos encontramos en el caso del problema 5.°, de hacer pasar por un

Digitized by Google

punto E ó E' un círculo tangente en D á la alineacion MA, y por consiguiente el rádio está dado por la fórmula

$$R = \frac{c^2 + f^2}{2f}$$

en que $c = \overline{DC}$ y $f = \overline{CE}$
ó por la

$$R = \frac{c'^2 + f'^2}{2f'}$$

en que $c' = \overline{DC'}$ y $f' = \overline{C'E'}$.

La resolucion gráfica no es menos sencilla: en efecto, si á continuacion de E'B se toma Be igual á BE, llevándola por el arco E*ae*, sobre E'*e*, como diámetro, se traza la semicircunferencia E'*be*, y en B se levanta la perpendicular B*b* al diámetro, esta perpendicular es media proporcional entre los segmentos *e*B y BE, y por consiguiente se tiene:

$$\overline{Bb} = \sqrt{\overline{Be} \times \overline{BE'}} = \sqrt{\overline{BE} \times \overline{BE'}} = t$$

luego, llevándola de B á D, queda determinado el punto de tangencia.

Para encontrar el centro, y por consiguiente el rádio, basta levantar en D la perpendicular DO, y en el medio G de EE' la GO.

16. Problema 8.° *Unir una alineacion recta* DE (fig. 9) *con otra curva* ABK *de rádio dado* R, *por medio de un arco de círculo de rádio* R' *de sentido contrario.*

La posicion de la recta respecto á la curva podrá ser dada por su distancia OL al centro ó al rádio OG que le es paralelo, ó por el ángulo que forma con un elemento H de la curva y la distancia HH', ó lo que es lo mismo, por el ángulo OH'D que forma con el rádio del punto H y la distancia OH'; siempre se conoce OL y el ángulo OH'D, porque en el último caso, llamando λ al ángulo OH'D, y θ á la distancia HH', se tiene:

$$\overline{LO} = \overline{OH'} \text{ sen. } OH'D = (R + \theta) \text{ sen. } \lambda$$

Digitized by Google

y en el primero

$$\text{sen. } \lambda = \frac{\overline{LO}}{R + \theta}$$

El problema tiene por objeto determinar los puntos de tangencia C y B y el ángulo BO'C, que llamaremos x.

El triángulo OO'G rectángulo en G da:

$$\cos. OO'G = \cos. (180° - x) = -\cos. x = \frac{\overline{O'G}}{\overline{OO'}} = \frac{\overline{CG} - \overline{O'C}}{R + R'} = \frac{\overline{OL} - R'}{R + R'}$$

ó, poniendo por OL su valor,

$$\cos. x = \frac{R' - \overline{OL}}{R + R'} = \frac{R' - (R + \theta) \text{ sen. } \lambda}{R + R'} \quad \ldots\ldots (28)$$

y

$$\overline{LC} = \overline{OG} = \overline{OO'} \text{ sen. } (180° - x) = (R + R') \text{ sen. } x \ldots\ldots (29)$$

El conocimiento de x determina las tangentes FC y FB, y el ángulo BFC, pues se tiene:

$$t = \overline{CF} = \overline{FB} = R' \text{ tang.} \frac{1}{2} x$$

y

$$CFB = 180° - x$$

y el de LC fija la posicion del punto C respecto del centro O. De modo que tomando desde C la tangente CF se determina F, y formando el ángulo CFB y llevando FC de F á B, se conocerán los puntos de contacto C y B, y el problema queda resuelto.

Como se ve, para fijar el punto C ha sido preciso medir la distancia LC; y como en general será mas corta la H'C, conviene hallar su valor para hacer uso de él, así como el de H'F.

Se tiene:

$$\overline{H'C} = \overline{LC} - \overline{LH'} = \overline{OG} - \overline{LH'} = (R + R') \text{ sen. } x - \overline{LH'}$$

Digitized by Google

pero en el triángulo OLH'

$$\overline{LH'} = (R + \theta) \cos. \lambda$$

luego

$$\overline{H'C} = (R + R') \text{ sen. } x - (R + \theta) \cos. \lambda \ldots . (30)$$

Del mismo modo

$$\overline{H'F} = \overline{FC} - \overline{H'C} = R' \text{ tang.} \frac{1}{2} x - (R + R') \text{sen. } x + (R + \theta) \cos. \lambda$$

ó

$$\overline{H'F} = R (\cos. \lambda - \text{sen. } x) + R' (\text{tang.} \frac{1}{2} x - \text{sen. } x) + \theta \cos. \lambda \ldots (31)$$

Esta distancia determina el punto F, la H'C el de tangencia C, y el ángulo CFB y la tangente t el B.

Para resolver el problema gráficamente basta observar que el centro O' dista del O la magnitud $R + R'$, y de DE la R', y por consiguiente se halla en la interseccion O' del arco mn descrito desde O con el rádio $R + R'$, con la recta $m'n'$ paralela á DE y distante de ella R'.

17. Si la alineacion recta cortase á la curva por debajo del centro, como representa la figura 10, se resolveria de la misma manera. Tambien pueden modificarse las fórmulas anteriores para hacerlas aplicables á este caso, observando que θ es cero y $\overline{H'F} = -\overline{HF}$: en estos supuestos las fórmulas se convierten en

$$\cos. x = \frac{R' - R \text{ sen. } \lambda}{R + R'} \ldots . (28_1)$$

$$\overline{LC} = (R + R') \text{ sen. } x \ldots . (29_1)$$

$$\overline{HC} = (R + R') \text{ sen. } x - R \cos. \lambda \ldots . (30_1)$$

$$\overline{HF} = R (\text{sen. } x - \cos. \lambda) + R' (\text{sen. } x - \text{tang.} \frac{1}{2} x) \ldots . (31_1)$$

18. Las fórmulas anteriores se modifican para el caso en que

Digitized by Google

la alineacion recta corte á la curva por encima del centro (figura 11), poniendo $360°-\lambda$ por λ, ó $-$ sen. λ en lugar de sen. λ, y serán:

$$\cos. x = \frac{R' + R \text{ sen. } \lambda}{R + R'} \ldots . (28_2)$$

$$\underline{LC} = (R + R') \text{ sen. } x \ldots . (29_2)$$

$$\overline{HC} = (R + R') \text{ sen. } x - R \cos. \lambda \ldots . (30_2)$$

$$\overline{HF} = R(\text{sen. } x - \cos. \lambda) + R'(\text{sen. } x - \text{tang. } \tfrac{1}{2} x) \ldots . (31_2)$$

19. Las fórmulas correspondientes al caso en que la alineacion recta sea exterior á la curva, y que el rádio R' sea del mismo sentido (fig. 12), se deducen de las del número 16, poniendo

$$-R' \text{ por } R'$$

$$360° - x \ldots . x$$

$$-\text{sen. } x \ldots . \text{sen. } x$$

$$-\text{tang. } \tfrac{1}{2} x \ldots . \text{tang. } \tfrac{1}{2} x$$

$$(360° - \lambda) \ldots . \lambda$$

$$-\text{sen. } \lambda \ldots . \text{sen. } \lambda$$

y se convierten en

$$\cos. x = \frac{R' - (R + \theta) \text{ sen. } \lambda}{R' - R} \ldots . (28_3)$$

$$\overline{LC} = (R' - R) \text{ sen. } x \ldots . (29_3)$$

$$\overline{H'C} = (R' - R) \text{ sen. } x - (R + \theta) \cos. \lambda \ldots . (30_3)$$

$$\overline{H'F} = R(\text{sen. } x + \cos. \lambda) - R'(\text{sen. } x - \text{tang. } \tfrac{1}{2} x) + \theta \cos. \lambda \ldots . (31_3)$$

20. Las fórmulas anteriores se trasforman en las convenien-

Digitized by Google

tes al caso en que la alineacion recta corta á la curva por encima del centro, como representa la figura 13, poniendo

$$0 \text{ en lugar de } \theta$$

$$180° - \lambda \ldots\ldots\ldots\ldots \lambda$$

$$-\cos.\lambda \ldots\ldots\ldots\ldots \cos.\lambda$$

$$-\overline{LC} \ldots\ldots\ldots\ldots \overline{LC}$$

y serán:

$$\cos. x = \frac{R \text{ sen. } \lambda - R'}{R - R'} \ldots\ldots (28_4)$$

$$\overline{LC} = (R - R') \text{ sen. } x \ldots\ldots (29_4)$$

$$\overline{HC} = R \cos.\lambda - (R - R') \text{ sen. } x \ldots\ldots (30_4)$$

$$\overline{HF} = R (\text{sen. } x - \cos.\lambda) + R' (\text{tang.} \tfrac{1}{2} x - \text{sen. } x) \ldots\ldots (31_4)$$

21. Para obtener las correspondientes al caso en que la alineacion recta corta á la curva por debajo del centro (fig. 14), basta poner en las últimas 360°—λ en lugar de λ, y por consiguiente —sen. λ en lugar de sen. λ, y se convierten en

$$\cos. x = \frac{R' + R \text{ sen. } \lambda}{R' - R} \ldots\ldots (28_5)$$

$$\overline{LC} = (R - R') \text{ sen. } x \ldots\ldots (29_5)$$

$$\overline{HC} = R \cos.\lambda - (R - R') \text{ sen. } x \ldots\ldots (30_5)$$

$$\overline{HF} = R (\text{sen. } x - \cos.\lambda) + R' (\text{tang.} \tfrac{1}{2} x - \text{sen. } x) \ldots\ldots (31_5)$$

La resolucion gráfica se efectúa en todos los casos del modo dicho (16).

Digitized by Google

22. Problema 9.° *Unir una alineacion recta* DE (fig. 9) *con otra curva* ABK *de rádio dado* R, *por medio de un arco de círculo tangente á la recta en un punto dado* C, *y de sentido contrario.*

La posicion relativa de las alineaciones y del punto C estarán dadas del mismo modo que en el problema anterior.

El problema exige determinar el rádio R', el punto de tangencia B y el ángulo BO'C; y como se diferencia del anterior (16) solo en que aquí se conoce H'C, que fija el punto dado C, y se desconoce R', mientras que allí se conocia este y desconocia H'C, resulta que las fórmulas (28) y (30) son aplicables á este caso y basta despejar en ellas R' y x.

La primera da:

$$\text{sen. } x = \frac{\sqrt{(R+R')^2 - [R' - (R+\theta)\,\text{sen. }\lambda)]^2}}{R+R'}$$

y sustituyendo en la segunda será:

$$H'C = \sqrt{(R+R')^2 - [R' - (R+\theta)\,\text{sen. }\lambda]^2} - (R+\theta)\cos.\lambda$$

que, despejando R' da:

$$R' = \frac{\overline{H'C}\,[\overline{H'C} + 2(R+\theta)\cos.\lambda] + 2R\theta + \theta^2}{2R(1+\text{sen. }\lambda) + 2\theta\,\text{sen. }\lambda} \ldots . (32)$$

y poniendo este valor en la (28) da:

$$\cos. x = \frac{m}{n} \ldots . (33)$$

siendo

$$m = \overline{H'C}\,[\overline{H'C} + 2(R+\theta)\cos.\lambda] + 2R\theta + \theta^2 - \\ - 2(R+\theta)\,[R(1+\text{sen. }\lambda) + \theta\,\text{sen. }\lambda]\,\text{sen. }\lambda$$

y

$$n = \overline{H'C}\,[\overline{H'C} + 2(R+\theta)\cos.\lambda] + 2R\theta + \theta^2 + \\ + 2R\,[R(1+\text{sen. }\lambda) + \theta\,\text{sen. }\lambda]$$

Para resolver gráficamente este problema levántese en C la

Digitized by Google

perpendicular GP que contiene el centro; tómese sobre ella CP igual al rádio OB; únase P con O y la perpendicular QO' en su medio contiene tambien el centro, que por consiguiente es O'; porque siendo

$$\overline{OO'} = \overline{O'P}$$

y

$$\overline{OB} = \overline{CP}$$

resulta:

$$\overline{O'B} = \overline{O'C}$$

23. En el caso de cortar la alineacion recta á la curva por debajo del centro (fig. 10), se despejarian R' y x en las fórmulas (28_1) y (30_1); pero pueden deducirse de las anteriores haciendo $\theta = 0$, y serán:

$$R' = \frac{\overline{HC}(\overline{HC} + 2R\cos.\lambda)}{2R(1 + \text{sen.}\lambda)} \ldots\ldots (32_1)$$

$$\cos. x = \frac{\overline{HC}(\overline{HC} + 2R\cos.\lambda) - 2R^2(1 + \text{sen.}\lambda)\,\text{sen.}\lambda}{\overline{HC}(\overline{HC} + 2R\cos.\lambda) + 2R^2(1 + \text{sen.}\lambda)} \ldots\ldots (33_1)$$

24. Cuando la alineacion recta corta á la curva por encima del centro (fig. 11), se despejan R' y x en las fórmulas (28_2) y (30_2), cuyos valores se deducen de los anteriores poniendo $-\text{sen.}\lambda$ en lugar de $\text{sen.}\lambda$, como en el núm. 18, y se convierten en

$$R' = \frac{\overline{HC}(\overline{HC} + 2R\cos.\lambda)}{2R(1 - \text{sen.}\lambda)} \ldots\ldots (32_2)$$

$$\cos. x = \frac{\overline{HC}(\overline{HC} + 2R\cos.\lambda) + 2R^2(1 - \text{sen.}\lambda)\,\text{sen.}\lambda}{\overline{HC}(\overline{HC} + 2R\cos.\lambda) + 2R^2(1 - \text{sen.}\lambda)} \ldots\ldots (33_2)$$

25. Si la alineacion recta es exterior á la curva, y la nueva curva debiese ser del mismo sentido (fig. 12), se deducirian los valores de R' y x de las fórmulas (28_3) y (30_3); pero pueden

Digitized by Google

obtenerse mas sencillamente haciendo en las (32) y (33) las sustituciones expuestas (19), y resulta:

$$R' = \frac{\overline{H'C}\left[\overline{H'C} + 2(R+\theta)\cos.\lambda\right] + 2R\theta + \theta^2}{2R(\text{sen.}\lambda - 1) + 2\theta\,\text{sen.}\lambda} \ldots (32_5)$$

$$\cos. x = \frac{m'}{n'} \ldots (33_5)$$

en que

$$m' = \overline{H'C}\left[\overline{H'C} + 2(R+\theta)\cos.\lambda\right] + 2R\theta + \theta^2 -$$

$$-2(R+\theta)\left[R(\text{sen.}\lambda - 1) + \theta\,\text{sen.}\lambda\right]\text{sen.}^2\lambda$$

y

$$n' = \overline{H'C}\left[\overline{H'C} + 2(R+\theta)\cos.\lambda\right] + 2R\theta + \theta^2 -$$

$$-2R\left[R(\text{sen.}\lambda - 1) + \theta\,\text{sen.}\lambda\right]$$

26. El caso en que la alineacion recta corta á la curva por encima del centro, y que la nueva curva deba ser del mismo sentido (fig. 13), se resuelve por las fórmulas (28_4) y (30_4), despejando R' y x. Estos valores pueden deducirse tambien de las anteriores observando lo dicho (20), y serán:

$$R' = \frac{\overline{HC}(\overline{HC} - 2R\cos.\lambda)}{2R(\text{sen.}\lambda - 1)} \ldots (32_4)$$

$$\cos. x = \frac{\overline{HC}(\overline{HC} - 2R\cos.\lambda) - 2R^2(\text{sen.}\lambda - 1)\text{sen.}\lambda}{\overline{HC}(\overline{HC} - 2R\cos.\lambda) - 2R^2(\text{sen.}\lambda - 1)} \ldots (33_4)$$

27. Cuando la alineacion recta corta á la curva por debajo del centro, y la nueva curva debe ser del mismo sentido (figura 14), los valores de R' y x se deducen de las fórmulas (28_5)

Digitized by Google

y (30_5), ó pueden obtenerse poniendo en las anteriores $360° - \lambda$ en lugar de λ y resulta:

$$R' = \frac{\overline{HC}\,(2R\cos.\lambda - \overline{HC})}{2R\,(1+\text{sen.}\,\lambda)} \quad \ldots\ldots (32_5)$$

$$\cos.x = \frac{\overline{HC}(2R\cos.\lambda - \overline{HC}) + 2R^2(1+\text{sen.}\,\lambda)\,\text{sen.}\,\lambda}{\overline{HC}\,(2R\cos.\lambda - \overline{HC}) - 2R^2(1+\text{sen.}\,\lambda)} \ldots\ldots (33_5)$$

28. Problema 10. *Unir una alineacion recta* DE *con otra curva* ABK *por medio de un arco de círculo tangente á la curva en un punto dado* B (fig. 9) *y de sentido contrario.*

El problema tiene por objeto determinar el rádio R', el punto de tangencia C y el ángulo BOC.

La posicion relativa de las alineaciones podrá conocerse por los mismos datos de los problemas anteriores, y la del punto B por la longitud del arco BH, ó sea el ángulo BOH, que llamaremos δ. Si se diese por el arco de longitud l, se calcularia δ por la fórmula (5)

$$l = \frac{2\pi R\,\delta^\circ}{360^\circ}$$

que da:

$$\delta^\circ = \frac{360^\circ\,l}{2\pi R}$$

Esto supuesto, el triángulo MOB rectángulo en B, en que

$$MOB = 90^\circ - (\delta + LOH') = 90^\circ - \delta - (90^\circ - \lambda) = \lambda - \delta$$

da:

$$\overline{BM} = \overline{OB}\ \text{tang.}\ MOB = R\ \text{tang.}\,(\lambda - \delta)$$

y

$$\overline{OM} = \frac{\overline{OB}}{\cos.(\lambda - \delta)} = \frac{R}{\cos.(\lambda - \delta)}$$

Digitized by Google

De los triángulos MOB y OO'G rectángulos en B y G, que son semejantes, se deduce:

$$\overline{OM} : \overline{BM} :: \overline{OO'} : \overline{O'G}$$

que da:

$$\overline{OM}(\overline{CG} - R') = \overline{BM}(R + R')$$

y

$$R' = \frac{(R+\theta)\,\text{sen.}\,\lambda - R\,\text{sen.}(\lambda - \delta)}{1 + \text{sen.}(\lambda - \delta)} \ldots (34)$$

El triángulo OO'G da:

$$x = 180° - OO'G = 180° - O'OL = 180° - (\delta + 90° - \lambda) =$$

$$= 90° + (\lambda - \delta)$$

y por consiguiente se tiene:

$$CFB = 180° - x = 90° - (\lambda - \delta)$$

El punto de tangencia C se fija por la distancia H'C dada por la fórmula (30). Poniendo pues en ella por R' el valor anterior, y por sen. x el suyo, que es

$$\text{sen.}\,x = \text{sen.}(90° + (\lambda - \delta)) = \cos.(\lambda - \delta)$$

se convierte en

$$\overline{H'C} = \frac{(R+\theta)(\text{sen.}\,\delta - \cos.\lambda) + R\cos.(\lambda - \delta)}{1 + \text{sen.}(\lambda - \delta)} \ldots (35)$$

La construccion gráfica de este problema se reduce á tirar en B la tangente BF hasta cortar en F á la alineacion DE, llevar la magnitud BF de F á C, levantar en C la perpendicular CO' sobre DE, y el punto O' de encuentro con el rádio OB prolongado, será el centro del círculo pedido, y O'B el rádio; por O' pasa tambien la bisectriz del ángulo BFC.

Digitized by Google

29. De una manera análoga se puede resolver el problema en el caso en que la alineacion recta corte á la curva por debajo del centro (fig. 10); pero pueden deducirse las fórmulas de las anteriores haciendo $\theta = 0$; y, teniendo presente que

$$\text{sen.}(\lambda - \delta) = -\text{sen.}(\delta - \lambda)$$

y

$$\cos.(\lambda - \delta) = \cos.(\delta - \lambda)$$

se reducen á

$$R' = R\,\frac{\text{sen.}\,\lambda + \text{sen.}(\delta - \lambda)}{1 - \text{sen.}(\delta - \lambda)} \ldots\ldots (34_1)$$

$$\overline{HC} = R\,\frac{\text{sen.}\,\delta - \cos.\lambda + \cos.(\delta - \lambda)}{1 - \text{sen.}(\delta - \lambda)} \ldots\ldots (35_1)$$

30. De las fórmulas anteriores se deducen las correspondientes al caso en que la alineacion recta corta á la curva por encima del centro (fig. 11), poniendo $360° - \lambda$ en lugar de λ, y por consiguiente

$$-\text{sen.}\,\lambda \text{ en lugar de } \text{sen.}\,\lambda$$

$$\text{sen.}(\delta + \lambda) \ldots\ldots\ldots \text{sen.}(\delta - \lambda)$$

$$\cos.(\delta + \lambda) \ldots\ldots\ldots \cos.(\delta - \lambda)$$

y se convierten en

$$R' = R\,\frac{\text{sen.}(\delta + \lambda) - \text{sen.}\,\lambda}{1 - \text{sen.}(\delta + \lambda)} \ldots\ldots (34_2)$$

$$\overline{HC} = R\,\frac{\text{sen.}\,\delta - \cos.\lambda + \cos.(\delta + \lambda)}{1 - \text{sen.}(\delta + \lambda)} \ldots\ldots (35_2)$$

31. Las fórmulas aplicables al caso en que la alineacion recta

Digitized by Google

sea exterior á la curva y que R' sea del mismo sentido (fig. 12), se deducen de las del núm. 28, poniendo

$$-R' \text{ en lugar de } R'$$

$$360° - \lambda \ldots\ldots\ldots \lambda$$

$$-\text{sen.}\,\lambda \ldots\ldots\ldots \text{sen.}\,\lambda$$

$$-\text{sen.}(\lambda+\delta) \ldots\ldots\ldots \text{sen.}(\lambda-\delta)$$

$$\cos.(\lambda+\delta) \ldots\ldots\ldots \cos.(\lambda-\delta)$$

y se tendrá:

$$R' = \frac{R\,\text{sen.}(\lambda+\delta) - (R+\theta)\,\text{sen.}\,\lambda}{\text{sen.}(\lambda+\delta) - 1} \ldots (34_3)$$

$$\overline{H'C} = \frac{(R+\theta)(\text{sen.}\,\delta - \cos.\lambda) + R\cos.(\lambda+\delta)}{1 - \text{sen.}(\lambda+\delta)} \ldots (35_3)$$

32. De estas se deducen las fórmulas correspondientes al caso en que la alineacion recta corta á la curva por encima del centro (fig. 13), poniendo cero en lugar de θ, y $180° - \lambda$ en lugar de λ, y por consiguiente

$$\text{sen.}(\lambda-\delta) \text{ por } \text{sen.}(\lambda+\delta)$$

y

$$-\cos.(\lambda-\delta) \ldots \cos.(\lambda+\delta)$$

y serán:

$$R' = R\,\frac{\text{sen.}(\lambda-\delta) - \text{sen.}\,\lambda}{\text{sen.}(\lambda-\delta) - 1} \ldots (34_4)$$

$$\overline{HC} = R\,\frac{\cos.(\lambda-\delta) - \text{sen.}\,\delta - \cos.\lambda}{\text{sen.}(\lambda-\delta) - 1} \ldots (35_4)$$

33. Finalmente, para pasar del caso anterior al en que la

Digitized by Google

alineacion recta corta á la curva por debajo del centro (fig. 14), basta poner $360° - \lambda$ en lugar de λ, y por consiguiente

$$-\text{sen.}\,\lambda \text{ por } \text{sen.}\,\lambda$$

$$-\text{sen.}\,(\delta+\lambda) \ldots \text{sen.}\,(\lambda-\delta)$$

$$\cos.\,(\delta+\lambda) \ldots \cos.\,(\lambda-\delta)$$

y resulta:

$$R' = R\,\frac{\text{sen.}\,(\delta+\lambda)-\text{sen.}\,\lambda}{1+\text{sen.}\,(\delta+\lambda)} \ldots (34_5)$$

$$\overline{HC} = R\,\frac{\text{sen.}\,\delta+\cos.\,\lambda-\cos.\,(\delta+\lambda)}{1+\text{sen.}\,(\delta+\lambda)} \ldots (35_5)$$

La resolucion gráfica de este problema se efectuará del modo expresado (28).

34. Problema 11. *Unir dos alineaciones por un arco de círculo de tangente dada.*

El problema se reduce á determinar el rádio en funcion de la tangente y del ángulo de las alineaciones, y por consiguiente está dado por la fórmula (1_8)

$$R = t\,\text{tang.}\,\frac{1}{2}\,\alpha$$

Análogamente, si se propusiese unir dos alineaciones por un arco de círculo, tal que la tangente geométrica de una parte $\frac{1}{n}$ de él sea de una magnitud dada, se aplicaria la fórmula (1_7)

$$R = t^{n'}\,\cot.\,\frac{6}{2n}$$

35. Problema 12. *Unir dos alineaciones por un arco de círculo de una parte exterior de secante dada.*

Se pide determinar el rádio en funcion del ángulo de las ali-

Digitized by Google

neaciones y de la parte exterior de la secante, el cual está dado por la fórmula (2_3)

$$R = \frac{s}{\text{cosec.}\frac{1}{2}\alpha - 1}$$

conforme con la fórmula (15).

Si se exigiese que la parte exterior de la secante de una fraccion $\frac{1}{n}$ del arco tuviese una magnitud dada, se aplicaria la fórmula (2_9), que da:

$$R = \frac{s^{n'}}{\text{sec.}\frac{\epsilon}{2n} - 1}$$

36. Problema 13. *Unir dos alineaciones por medio de un arco de círculo que subtenda una cuerda de magnitud dada.*

La cuestion se resuelve por la fórmula (3) que da:

$$R = \frac{c}{2\cos.\frac{1}{2}\alpha} \ldots . (36)$$

La construccion gráfica no es menos sencilla, puesto que basta tirar una paralela á la bisectriz del ángulo de las alineaciones, que diste de ella la mitad de la cuerda dada, y cortará á la alineacion en el punto de tangencia.

De la misma manera se determinaria el rádio, que satisfaciese á la condicion de que la cuerda que subtenda una parte $\frac{1}{n}$ del arco total, tenga una longitud determinada; porque la fórmula (3_3) da:

$$R = \frac{c^{n'}}{2\,\text{sen.}\frac{\epsilon}{2n}} \ldots . (37)$$

Digitized by Google

37. Problema 14. *Unir dos alineaciones por medio de un arco de círculo de flecha dada.*

El problema se resuelve por medio de la fórmula (4), que da:

$$R = \frac{f}{\text{cos. ver.}\ \frac{1}{2}\alpha} \quad \ldots\ldots(38)$$

Para resolver gráficamente el problema, observaremos que para arcos de un mismo número de grados, tales como los *dbh* y DBH (fig. 15), las flechas son proporcionales á las cuerdas; por consiguiente, llamando f' y c' la flecha y cuerda correspondientes á un rádio cualquiera, y f y c la flecha y cuerda para el rádio que se busca, se tendrá:

$$f' : c' :: f : c$$

ó

$$f' : \frac{1}{2}c' :: f : \frac{1}{2}c$$

La semicuerda $\frac{1}{2}c$ es pues una cuarta proporcional á f', $\frac{1}{2}c'$ y f. Para construirla, trácese el arco *dbh* tangente á las alineaciones; tómese sobre la bisectriz á partir de *b* la magnitud $bC' = f$, y la perpendicular C'H' á la bisectriz, comprendida entre ella y la secante *bh*, representa la semicuerda del rádio que se desea, y H será el punto de tangencia.

Si se diese la flecha correspondiente á una fraccion $\frac{1}{n}$ del arco total, se obtendria el rádio por la fórmula (4_3) que da:

$$R = \frac{f^{n'}}{\text{sen. ver.}\ \frac{6}{2n}} \quad \ldots\ldots(39)$$

38. Problema 15. *Unir dos alineaciones por medio de un arco de círculo de un desarrollo dado.*

Lo mismo que en los casos anteriores, el problema se redu-

Digitized by Google

ce á calcular el rádio en funcion del desarrollo del arco y de su número de grados, que es suplemento del de las alineaciones. Para esto la fórmula (5) da:

$$R = \frac{360^\circ l}{2\pi 6^\circ} = 114,59155902 \frac{l}{6^\circ} \ldots (40)$$

ó la (5_1)

$$R = \frac{l}{\lambda} \ldots . (40_1)$$

Finalmente, si se diese el desarrollo de una fraccion $\frac{1}{n}$ del arco total, se obtendria por medio de la (5_2)

$$R = \frac{360^\circ n\, l^{n'}}{2\pi 6^\circ} = 114,59155902 \frac{l^{n'}}{\gamma^\circ} \ldots . (41)$$

Esta fórmula conduce á la resolucion del problema siguiente: *dadas dos alineaciones que forman entre sí un ángulo* α, *determinar el rádio del círculo que las une, por la condicion de que el desarrollo del arco sea divisible en* n *partes de longitud dada*, por ejemplo, de 20 metros.

El problema se resolverá poniendo por n el número de partes en que ha de ser divisible el arco, por $l^{n'}$ la longitud, 20 metros, de una parte, y por 6 el número de grados del ángulo de los rádios extremos ($180^\circ - \alpha$), y resultará para R un número, en general, fraccionario.

Podria, con este conocimiento, tomarse por R el número entero y redondo de metros mas aproximado; pero sería preciso entonces determinar n en consecuencia que resultaria fraccionario. Si se quisiera que fuera n número entero y tambien R, habria que alterar un poco el valor 20^m de $l^{n'}$. Como se ve, el número de partes del arco, la longitud de cada una y el rádio no pueden, en general, ser al mismo tiempo números enteros. El rádio conviene que lo sea siempre para abreviar los cálculos; por consiguiente, si se quiere que los puntos sean equidistan-

Digitized by Google

tes, lo será tambien n, y la magnitud del arco y su cuerda serán fraccionarios y variables de una curva á otra; si se quiere que el desarrollo de los arcos sea igual, excepto para el último, l^n será número redondo y n' fraccionario: ó lo que es lo mismo, si los arcos de círculo comprendidos entre cada dos puntos consecutivos son del mismo número de grados, no tendrán por desarrollo un número redondo; recíprocamente, si han de tener por longitud un número redondo, no tendrán un mismo número de grados.

CAPÍTULO III.

DETERMINACION DE LOS RÁDIOS.

Caso en que los puntos de tangencia se hallan á desigual distancia del encuentro de las alineaciones.

39. Las tangentes en los extremos de un arco comprendidas entre los puntos de tangencia y el de su comun interseccion son iguales (Geom.); por consiguiente cuando sean desiguales, no es posible efectuar su union por un solo arco de círculo, pero sí empleando dos arcos de distinto rádio, tangentes entre sí y á las alineaciones. En efecto, pueden presentarse dos casos: 1.° que los arcos sean tangentes interiormente; 2.° que lo sean exteriormente.

PRIMER CASO.

40. *Union de dos alineaciones de tangentes desiguales por dos arcos de círculo tangentes exteriormente.*

Sean AM y AN (fig. 16) las dos alineaciones que se deben unir por una curva tangente en D y H, tales que $AD < AH$.

El centro del primer arco se halla sobre la perpendicular DO', por deber ser tangente en D á la alineacion AM, y el segundo sobre la HO, perpendicular en H sobre AN, por la

*

Digitized by Google

y, sustituyendo en la (42) y despejando R, resulta:

$$R = \frac{c^2 - 2\,T'r \text{ sen. } \alpha}{2\,t' \text{ sen. } \alpha - 2\,r\,(1+\cos.\,\alpha)} \ldots\ldots(44)$$

Para obtener la amplitud de los arcos de rádios R y r observaremos que el ángulo 6' del primero es igual al POO', y que este triángulo da:

$$\text{sen. } 6' = \frac{\overline{O'P}}{\overline{OO'}} = \frac{T' \cos.\,\alpha + R \text{ sen. } \alpha - t'}{R - r} \ldots\ldots(45)$$

y además que el cuadrilátero AQOH proporciona:

$$6'' = 180^\circ - (\alpha + 6') \ldots\ldots(46)$$

Si se quiere tener este ángulo independientemente de 6', tiraremos desde O' y D las perpendiculares O'D' y DS' sobre AN y por O' la R'P' paralela á la misma alineacion, y el triángulo OP'O' da:

$$\text{sen. } 6'' = \frac{\overline{O'P'}}{\overline{OO'}}$$

pero

$$\overline{O'P'} = \overline{HD'} = \overline{AH} - \overline{AD'} = \overline{AH} - \left(\overline{AS'} + \overline{S'D'}\right) =$$

$$= \overline{AH} - \overline{AS'} - \overline{O'R'}$$

y el triángulo DO'R da:

$$\overline{O'R'} = \overline{O'D} \text{ sen. } O'DR' = r \text{ sen. } \alpha$$

luego

$$\text{sen. } 6'' = \frac{T' - r \text{ sen. } \alpha - t' \cos.\,\alpha}{R - r} \ldots\ldots(47)$$

Las fórmulas (44), (45) y (46) resuelven completamente

Digitized by Google

el problema, cuando uno de los dos rádios r ó R es conocido, y tiene un valor comprendido entre límites determinados.

42. Si se ha de satisfacer al problema de unir las dos alineaciones por medio de dos arcos de círculo tangentes á ellas, y tangentes entre sí interiormente, ni R ni r pueden ser cero. R, que es el mayor, tampoco puede ser infinito, porque el arco correspondiente se convertiria en una recta, que coincidiria con la alineacion AN; pero podrá ser tan grande como se quiera, y el correspondiente de r sería deducido de la ecuacion anterior. Los valores límites, á los cuales puede acercarse cuanto se quiera r, pero sin llegar á ser iguales á ellos, serán cero, y el que dé la ecuacion anterior para el valor infinito límite de R; pero si $R = \infty$, se tiene (fórmula 44)

$$2\,t' \text{ sen. } \alpha - 2\,r\,(1 + \cos.\,\alpha) = 0$$

que da:

$$r = \frac{t' \text{ sen. } \alpha}{1 + \cos.\,\alpha}$$

luego los valores de r que satisfacen al problema serán mayores que cero y menores que $\frac{t' \text{ sen. } \alpha}{1 + \cos.\,\alpha}$.

Este valor límite de r corresponde al caso en que el centro O' (fig. 18) se halla en la bisectriz AO'_1 de las dos alineaciones. En efecto, el triángulo DAO'_1 da:

$$r = \frac{\overline{AD}}{\text{tang. } DO'_1A} = \frac{t'}{\text{cot.}\frac{1}{2}\alpha} = \frac{t' \text{ sen.}\frac{1}{2}\alpha}{\cos.\frac{1}{2}\alpha}$$

pero (Trig.)

$$\text{sen. } \alpha = 2 \text{ sen.}\frac{1}{2}\alpha \cos.\frac{1}{2}\alpha$$

$$\cos.\,\alpha = 2\ \cos.^2\frac{1}{2}\alpha - 1$$

Digitized by Google

que dan:

$$\text{sen.}\ \frac{1}{2}\alpha = \frac{\text{sen.}\ \alpha}{2\ \cos.\ \frac{1}{2}\alpha}$$

$$2\ \cos.^2\frac{1}{2}\alpha = 1 + \cos.\ \alpha$$

luego

$$r = \frac{t'\ \dfrac{\text{sen.}\ \alpha}{2\ \cos.\ \frac{1}{2}\alpha}}{\cos.\ \frac{1}{2}\alpha} = \frac{t'\ \text{sen.}\ \alpha}{1 + \cos.\ \alpha}$$

El límite inferior de los valores posibles de R corresponde al cero de r; por consiguiente se obtiene haciendo $r = 0$ en la expresion (44), que da:

$$R = \frac{c^2}{2\ t'\ \text{sen.}\ \alpha}$$

En este caso el centro O_2 se halla en el encuentro de HO_2 perpendicular en H á AN, y de PO_2 que lo es á la cuerda DH en su medio (Geom.), y el valor anterior de R puede comprobarse directamente. En efecto, tirando desde D las perpendiculares Dn y Dm á O_2H y á AH, se tiene (Geom.)

$$c^2 = \overline{DH}^2 = \overline{nH} \times 2\ \overline{O_2H} = \overline{Dm} \times 2\ R$$

pero

$$\overline{Dm} = t'\ \text{sen.}\ \alpha$$

luego

$$R = \frac{c^2}{2\ t'\ \text{sen.}\ \alpha}$$

Luego los valores de R que satisfacen al problema serán mayores que $\dfrac{c^2}{2\ t'\ \text{sen.}\ \alpha}$ y menores que ∞, cuyos límites corresponden respectivamente á los cero y $\dfrac{t'\ \text{sen.}\ \alpha}{1 + \cos.\ \alpha}$ de r.

43. La resistencia de los carruajes en las curvas crece con

Digitized by Google

las curvaturas de estas; y como la medida de las curvaturas es recíprocamente proporcional á sus rádios, resulta que para disminuir la resistencia conviene aumentar los rádios de las curvas. En el caso que nos ocupa los rádios r y R crecen al mismo tiempo; pero como el problema exige que la curva sea tangente en H, no se puede tomar para r su valor máximo. Por esta razon, y porque conviene que el cambio de curvatura sea lo mas insensible, debe determinarse r por la condicion de que se diferencie lo menos posible de R, y así debe hacerse en la práctica, cuando circunstancias especiales del terreno no impongan un valor determinado para r ó para R. El valor de r que satisface á esta condicion será el que haga un mínimo la relacion $\frac{R}{r}$ ó sea (fórmula 44)

$$\frac{R}{r} = \frac{c^2 - 2T'r \text{ sen. } \alpha}{2t'r \text{ sen. } \alpha - 2r^2(1 + \cos. \alpha)}$$

y como la condicion del mínimo es que

$$\frac{dR}{dr} = 0$$

diferenciando se tendrá:

$$\left[2t'r \text{ sen. } \alpha - 2r^2(1 + \cos. \alpha)\right] \times -2T' \text{ sen. } \alpha -$$

$$-(c^2 - 2T'r \text{ sen. } \alpha)\left[2t' \text{ sen. } \alpha - 4r(1 + \cos. \alpha)\right] = 0$$

ó

$$r^2 - \frac{c^2}{2T' \text{ sen. } \alpha} r + \frac{c^2 t'}{2T'(1 + \cos. \alpha)} = 0$$

Despejando r, poniendo debajo del radical por c^2 su valor (43), y simplificando, resulta:

$$r = \frac{c\left[c \pm (t' - T')\right]}{2T' \text{ sen. } \alpha}$$

De estos dos valores de r el mayor corresponde á un máximo y

Digitized by Google

el menor á un mínimo de $\frac{R}{r}$; y como este es el que resuelve la cuestion, se tiene:

$$r = \frac{c(c + t' - T')}{2T' \text{ sen. } \alpha} \ldots . (48)$$

Sustituyendo este valor en la expresion (44), se halla, despues de hacer las simplificaciones posibles:

$$R = \frac{c(c + T' - t')}{2t' \text{ sen. } \alpha} \ldots . (49)$$

Aplicacion: sean

$$\alpha = 60^{\circ}$$

$$T' = 100^{m}$$

$$t' = 60^{m}$$

y las fórmulas (43), (48), (49), (45) y (46) dan:

$$c = 87,^{m}178$$

$$r = 23,^{m}747$$

$$R = 106,^{m}684$$

$$6' = 83^{\circ}...24',794$$

$$6'' = 36^{\circ}...35',206$$

44. Para obtener los valores de sen. 6' y sen. 6'' correspondientes al mínimo de $\frac{R}{r}$, basta poner en las ecuaciones (45) y (47) por r y R sus valores (48) y (49), y, despues de efectuar todas las operaciones y reducciones, se halla:

$$\text{sen. } 6' = \frac{T' \text{ sen. } \alpha}{c} \ldots . (50)$$

$$\text{sen. } 6'' = \frac{t' \text{ sen. } \alpha}{c} \ldots . (51)$$

Digitized by Google

Dividiendo estos valores uno por otro se tiene:

$$\frac{\text{sen. } 6'}{\text{sen. } 6''} = \frac{T'}{t'}$$

y como por una parte el triángulo AG'G (fig. 17) da:

$$\frac{\text{sen. AG'G}}{\text{sen. AGG'}} = \frac{\overline{AG}}{\overline{AG'}}$$

y por otra se tiene AG'G = 6', y AGG' = 6'', lo que hace que

$$\frac{\text{sen. } 6'}{\text{sen. } 6''} = \frac{\overline{AG}}{\overline{AG'}}$$

resulta que

$$\frac{\overline{AG}}{\overline{AG'}} = \frac{T'}{t'} = \frac{\overline{AD}}{\overline{AH}}$$

lo que expresa que *cuando los rádios r y* R *sean lo menos desiguales posible, la tangente comun á ambos arcos es paralela á la cuerda que une sus extremos.*

Esta propiedad va á servirnos para calcular muy sencillamente la longitud de las tangentes para los arcos de rádios *r* y R mas convenientes de 6' y 6'' grados; porque el problema se reduce á determinar el punto *d* (fig. 19), por donde pasa la paralela á la cuerda DH, de igual longitud que la suma de las partes *d*D y *h*H interceptadas entre ellas.

En efecto, los triángulos semejantes A*dh* y ADH dan:

$$\overline{AD} : \overline{AH} :: \overline{dD} : \overline{hH}$$

$$\overline{AD} : \overline{DH} :: \overline{Ad} : \overline{dh}$$

que, haciendo

$$\overline{Dd} = t$$

$$\overline{Hh} = T$$

y observando que

$$\overline{dh} = t + T$$

Digitized by Google

se convierten en

$$t' : T' :: t : T$$

$$t' : c :: t' - t : t + T$$

que dan:

$$t'T = T't$$

$$t'(t+T) = c(t'-t)$$

y, despejando en estas dos ecuaciones las incógnitas, se halla:

$$t = \frac{ct'}{t'+T'+c} \ldots . (52)$$

$$T = \frac{cT'}{t'+T'+c} \ldots . (53)$$

Como se ve, *la tangente de cada arco es una cuarta proporcional á la suma de las tangentes de las alineaciones y de la cuerda, á esta y á la tangente de la alineacion adyacente.*

Para construirla, se lleva AD en AD' y la suma HD' sobre la cuerda DH de H á m; se une m con A por la recta mA, y tirando por H la Hd paralela á ella, cortará á AD en el punto d que pertenece á la tangente; por consiguiente $d\hbar$ paralela á DH será la tangente comun á ambos arcos, y el punto C, tal que $d\overline{C} = d\overline{D}$, será el punto de tangencia. En efecto, los triángulos DAm y D$d\hbar$ semejantes dan:

$$\overline{Dm} : \overline{DA} :: \overline{DH} : \overline{Dd} = \frac{\overline{DA} \times \overline{DH}}{\overline{Dm}} = \frac{t'c}{\overline{DH} + \overline{Hm}} = \frac{t'c}{t'+T'+c}$$

Esta construccion resuelve gráficamente el problema (43), porque conocida la tangente comun á ambos arcos y el punto de tangencia C, la perpendicular CO contiene los centros; y como tambien han de hallarse sobre las DO' y HO serán O' y O, y por consiguiente O'D y OH los rádios.

Digitized by Google

SEGUNDO CASO.

45. *Union de dos alineaciones de tangentes desiguales por dos arcos de círculo tangentes exteriormente.*

Sean MA y AN (fig. 20) las dos alineaciones que se deben unir por una curva tangente á ellas en D y H, tales que AD<AH, compuesta de dos arcos de círculo tangentes entre sí exteriormente. Este caso se presenta en los terrenos muy accidentados, cuando, marchando el trazado en el sentido MAN, las circunstancias locales obligan á separarse de la primera alineacion en D, y á unirse con la segunda en H.

El centro del primer arco se halla sobre DO' y el del segundo sobre HO. Si el primer rádio no debe satisfacer á ninguna condicion, ni tampoco el segundo, se puede elegir á arbitrio su centro O', y determinar en consecuencia el segundo: para esto tómese sobre la prolongacion de HO la magnitud $\overline{HO''} = \overline{DO'}$; únase O'' con O', y la perpendicular *m*O en el medio de O'O'' determina, por su encuentro con HO, el centro O del segundo arco; por consiguiente OO' es la normal comun, y G'G la tangente comun.

Siendo el problema indeterminado, puede servirse de esta indeterminacion para hacer que cualquiera de los arcos pase por un punto dado, y determinar el rádio correspondiente (problema 5.° núm. 13); la resolucion gráfica se efectúa del modo que queda dicho, y se obtiene el rádio del segundo arco y la amplitud de ambos.

46. Para llegar á estos mismos resultados analíticamente, tírense por O y H las perpendiculares OQ y HS á AD, y por O y O' las OR y O'P paralelas á la misma, y conservando las denominaciones del núm. **41**, se tiene:

$$(R+r)^2=(T'\cos.\alpha+R\,\text{sen.}\,\alpha-t')^2+(T'\,\text{sen.}\,\alpha-R\cos.\alpha-r)^2$$

que se reduce á

$$2(t'R+T'r)\,\text{sen.}\,\alpha+2Rr\,\text{sen. ver.}\,\alpha=c^2\ldots.(54)$$

y es la ecuacion de condicion que relaciona á r con R, y sirve para determinar uno de ellos, conocido el otro.

Digitized by Google

Los ángulos 6′ y 6″ están dados por las expresiones

$$\text{sen. } 6' = \text{sen. } DO'C = \text{sen. } O'O\,P = \frac{\overline{O'P}}{\overline{OO'}} =$$

$$= \frac{T' \cos. \alpha + R \text{ sen. } \alpha - t'}{R + r} \ldots . (55)$$

y

$$6'' = 6' - \alpha \ldots . (56)$$

Haciendo en la fórmula (54) $r = 0$ da:

$$R = \frac{c^2}{2\,t' \text{ sen. } \alpha}$$

y si $R = 0$

$$r = \frac{c^2}{2\,T' \text{ sen. } \alpha}$$

Como ni r ni R pueden ser cero, resulta que cero y $\frac{c^2}{2\,t' \text{ sen. } \alpha}$, y cero y $\frac{c^2}{2\,T' \text{ sen. } \alpha}$ son los límites entre que han de hallarse los valores de R y r que pueden resolver el problema: el segundo representa la magnitud $O_1D = O_1H$, y el cuarto la $O'_1D = O'_1H$.

47. Cuando los arcos no deben satisfacer á otra condicion que la de ser tangentes en puntos dados á las alineaciones, conviene servirse de esta indeterminacion para hacer que los rádios de ambos sean iguales, con lo cual se logra que su curvatura sea lo menor posible. Si $R = r$, la ecuacion anterior se convierte en

$$2\,r^2 \text{ sen. ver. } \alpha + 2\,(T' + t')\,r \text{ sen. } \alpha - c^2 = 0$$

que da:

$$r = \frac{-(T'+t') \text{ sen. } \alpha + \sqrt{(T'+t')^2 \text{ sen.}^2 \alpha + 2\,c^2 \text{ sen. ver. } \alpha}}{2 \text{ sen. ver. } \alpha} \ldots (57)$$

en que

$$c^2 = T'^2 + t'^2 - 2\,T't' \cos. \alpha$$

Digitized by Google

y la (55)

$$\text{sen. } 6' = \frac{T' \cos. \alpha + r \text{ sen. } \alpha - t'}{2r} \ldots . (58)$$

Aplicacion: sean

$$\alpha = 41°...15'$$

$$t' = 580^m$$

$$T' = 1085^m$$

y las fórmulas (57), (58) y (56) dan:

$$r = 244,^m 8$$

$$6' = 125°...23',24$$

$$6'' = 84°... 8',24$$

48. El problema gráfico se reduce á tirar una recta que corte á las D*m* y H*n* (fig. 21) en los puntos O y O', tales que $\overline{DO} = \overline{HO'}$ y $\overline{OO'} = \overline{DO} + \overline{HO'}$. Para resolverlo, tómense sobre las perpendiculares en D y H magnitudes cualesquiera pero iguales D*m* y H*n*, tírese por *n* la *np* paralela á la cuerda DH, y márquese sobre ella un punto *p*, que diste de *m* la cantidad *mp* igual al duplo de D*m*; uniendo *p* con *m* y con D, y tirando por O' la recta O'O paralela á *pm*, esta será la pedida, O y O' los centros, y OD y O'H los rádios de los arcos, que resuelven la cuestion.

En efecto: tirando por *p* la recta *p*K paralela á *n*H, los triángulos semejantes DO'H y D*p*K, y los DO'O y D*pm* dan:

$$\overline{O'H} : \overline{pK} :: \overline{DO'} : \overline{Dp} :: \overline{DO} : \overline{Dm} :: \overline{OO'} : \overline{mp}$$

pero

$$\overline{pK} = \overline{nH} = \overline{Dm}$$

Digitized by Google

y

$$\overline{mp} = 2\,\overline{Dm}$$

luego

$$\overline{O'H} = \overline{DO}$$

y

$$\overline{OO'} = 2\,\overline{DO} = \overline{DO} + \overline{HO'}$$

49. Por las razones expuestas (12) la solucion anterior no es admisible en los caminos de hierro; conviene por tanto modificarla resolviendo el problema siguiente.

Unir dos alineaciones **MA** *y* **AN** (fig. 22) *por dos arcos de círculo del mayor rádio posible, tangentes á ellas en los puntos dados* **D** *y* **H**, *y separados por la alineacion recta* **C''C'** *tangente á ellos y de una longitud dada* **m**.

El rádio de los arcos será el máximo cuando los de ambos sean iguales: tomando O por centro del primero DC''F, el del segundo HC'F' será O', tal que HO' = DO, la tangente comun á ambos pasará por C medio de *mn*, y los puntos de contacto C'' y C' están dados por la interseccion de los arcos con las semicircunferencias trazadas sobre CO y sobre CO' como diámetros (Geom.); si C''C' fuese igual á *m* los arcos DC'' y C'H resuelven el problema; pero en general no será así, y vamos á establecer la ecuacion que nos dé el valor del rádio *r* que satisfaga á la cuestion.

Para esto, tírense por O' y H las perpendiculares O'Q y HS á AD, y por O y O' las OP y O'R paralelas á la misma, y conservando las denominaciones del núm. 46, el triángulo OPO' da:

$$\overline{OO'}^2 = \overline{OP}^2 + \overline{O'P}^2$$

pero

$$\overline{O'O} = 2\,\overline{OC} = 2\sqrt{\overline{OC''}^2 + \overline{C''C}^2} = \sqrt{4r^2 + m^2}$$

$$\overline{OP} = T' \cos.\,\alpha + r \operatorname{sen}.\,\alpha - t'$$

$$\overline{O'P} = T' \operatorname{sen}.\,\alpha - r \cos.\,\alpha - r$$

Digitized by Google

luego

$$4r^2+m^2=(T'\cos.\alpha+r\,\text{sen.}\,\alpha-t')^2+(T'\,\text{sen.}\,\alpha-r\cos.\alpha-r)^2$$

que, despues de efectuar las operaciones indicadas, y haciendo

$$T'^2+t'^2-2\,T't'\cos.\alpha=c^2,$$

se convierte en

$$r^2+(T'+t')\frac{\text{sen.}\,\alpha}{1-\cos.\alpha}r=\frac{c^2-m^2}{2(1-\cos.\alpha)}$$

pero (Trig.)

$$\frac{\text{sen.}\,\alpha}{1-\cos.\alpha}=\text{cot.}\,\frac{1}{2}\,\alpha$$

$$1-\cos.\alpha=2\,\text{sen.}^2\,\frac{1}{2}\,\alpha$$

luego

$$r^2+r(T'+t')\,\text{cot.}\,\frac{1}{2}\,\alpha=\frac{c^2-m^2}{4\,\text{sen.}^2\,\frac{1}{2}\,\alpha}$$

que da:

$$r=\frac{-(T'+t')\cos.\frac{1}{2}\alpha+\sqrt{(T'+t')^2\cos.^2\frac{1}{2}\alpha+c^2-m^2}}{2\,\text{sen.}\,\frac{1}{2}\,\alpha}\ldots(59)$$

El ángulo 6′ está dado por la expresion

$$6'=180^\circ-C''OE=180^\circ-(C''OC+COE)$$

pero

$$C''OC=\text{arc.}\left(\text{tang.}=\frac{m}{2r}\right).$$

$$COE=\text{arc.}\left(\text{sen.}=\frac{\overline{OP}}{\overline{OO'}}\right)=\text{arc.}\left(\text{sen.}=\frac{T'\cos.\alpha+r\,\text{sen.}\,\alpha-t'}{\sqrt{4r^2-m^2}}\right.$$

Digitized by Google

luego

$$6' = 180° - \text{arc.}\left(\text{tang.} = \frac{m}{2r}\right) - \text{arc.}\left(\text{sen.} = \frac{T' \cos.\ \alpha + r \text{ sen. } \alpha - t'}{\sqrt{4r^2 + m^2}}\right) \quad (60)$$

y el 6'' por la

$$6'' = 180° - (\alpha + 180° - 6') = 6' - \alpha \ldots . (61)$$

Aplicacion: sean

$$\alpha = 41°...15'$$

$$t' = 580^m$$

$$T' = 1085^m$$

$$m = 150^m$$

y las fórmulas anteriores dan:

$$r = 237,^m 25$$

$$6' = 110°...27',14$$

$$6'' = 69°...12',14$$

y por consiguiente

$$\overline{DG'} = r \text{ tang. } \frac{1}{2} 6' = 341,^m 69$$

$$\overline{HG} = r \text{ tang. } \frac{1}{2} 6'' = 163,68$$

$$\overline{G'G} = 655^m,37$$

Si en la fórmula (59) se hace $m = 0$, se convierte en la (57).

El valor de r puede obtenerse gráficamente efectuando las construcciones siguientes (fig. 23): primera, por los puntos D y H se tiran las perpendiculares Db y Hc á la bisectriz AB, y la parte Ab de esta se lleva de A á e sobre su prolongacion; con lo

Digitized by Google

cual se obtiene la recta ec; segunda: sobre la cuerda DH como diámetro trácese una semicircunferencia, y uniendo con D el punto a de ella, comun con el arco mn trazado desde H con el rádio Ha de magnitud m, se tiene la longitud Da; tercera: con ec y Da como catetos constrúyase el triángulo ecd, llévese ec de e á f sobre la hipotenusa, y se tiene la magnitud fd; cuarta: únase el punto b con h medio de AD, y tirando por g, tal que $Dg=fd$, la recta gK paralela á bh, DK es el valor del rádio. En efecto, por la construccion se tiene:

1.° $$\overline{ec}=\overline{Ab}+\overline{Ac}=t'\cos.\frac{1}{2}\alpha+T'\cos.\frac{1}{2}\alpha=(T'+t')\cos.\frac{1}{2}\alpha$$

2.° $$\overline{Da}^2=\overline{DH}^2-\overline{Ha}^2=c^2-m^2$$

3.° $$\overline{fd}=\overline{ed}-\overline{ef}=\sqrt{\overline{ec}^2+\overline{cd}^2}-\overline{ef}=\sqrt{\overline{ec}^2+\overline{Da}^2}-\overline{ec}=$$

$$=\sqrt{(T'+t')^2\cos.^2\frac{1}{2}\alpha+c^2-m^2}-(T'+t')\cos.\frac{1}{2}\alpha$$

4.° $$\overline{Db}:\overline{Dh}::\overline{Dg}:\overline{DK}=\frac{\overline{Dh}\times\overline{Dg}}{\overline{Db}}=\frac{\frac{1}{2}\overline{Da}\times\overline{fd}}{\overline{Da}\,\text{sen.}\frac{1}{2}\alpha}=\frac{\overline{fd}}{2\,\text{sen.}\frac{1}{2}\alpha}$$

y, poniendo en esta expresion por $\overline{fd}$ su valor, resulta:

$$\overline{DK}=\frac{-(T'+t')\cos.\frac{1}{2}\alpha+\sqrt{(T'+t')^2\cos.^2\frac{1}{2}\alpha+c^2-m^2}}{2\,\text{sen.}\frac{1}{2}\alpha}=r$$

El conocimiento del rádio determina los centros O' y O, y por consiguiente los arcos DC''s y HC's': la tangente comun á ambos pasa por el punto C medio de la línea de los centros O'O, y trazándola (Geom.) será la G'G, cuyos puntos C'' y C' de tan-

Digitized by Google

gencia distan la magnitud impuesta m. Los rádios extremos DO' y O'C'', HO y OC' determinan los ángulos 6' y 6''.

En el caso posible de que las tangentes t' y T'' sean iguales, se tiene:

$$c^2 = T'^2 + t'^2 - 2\,T't'\cos.\,\alpha = 4\,t'^2\,\text{sen.}^2\,\frac{1}{2}\,\alpha$$

y el valor (59) de r se convierte en

$$r = \frac{-t'\cos.\,\frac{1}{2}\,\alpha + \sqrt{t'^2 - \left(\frac{m}{2}\right)^2}}{\text{sen.}\,\frac{1}{2}\,\alpha}$$

Para obtenerlo gráficamente, se efectuarán las construcciones siguientes (fig. 24); primera: tírese desde D la perpendicular Db á la bisectriz AB, que determina la magnitud Ab; segunda: el punto a situado sobre la semicircunferencia que tiene AD por diámetro, y distante de D la magnitud $\overline{Da} = \frac{1}{2}\,m$, da la línea A$a$; tercera: llévese A$b$ sobre Aa de A á c, y tirando por d, tal que $\overline{Dd} = \overline{ac}$, la recta de paralela á la bisectriz, De será la magnitud del rádio. En efecto, por la construccion se tiene:

1.° $\overline{Ab} = \overline{AD}\cos.\,\frac{1}{2}\,\alpha = t'\cos.\,\frac{1}{2}\,\alpha$

2.° $\overline{ac} = \overline{Aa} - \overline{Ac} = \sqrt{\overline{AD}^2 - \overline{Da}^2} - \overline{Ab} =$

$$= \sqrt{t'^2 - \left(\frac{m}{2}\right)^2} - t'\cos.\,\frac{1}{2}\,\alpha$$

3.° $\overline{Db} : \overline{DA} :: \overline{Dd} : \overline{De} = \frac{\overline{DA} \times \overline{Dd}}{\overline{Db}} = \frac{\overline{DA} \times \overline{ac}}{\overline{DA}\,\text{sen.}\,\frac{1}{2}\,\alpha} =$

$$\frac{-t'\cos.\,\frac{1}{2}\,\alpha + \sqrt{t'^2 + \left(\frac{m}{2}\right)^2}}{\text{sen.}\,\frac{1}{2}\,\alpha} = r$$

Los puntos C'' y C' de tangencia y los ángulos 6' y 6'' se hallan como en el caso anterior.

Digitized by Google

CAPITULO IV.

Trazado de las curvas circulares sobre el terreno.

50. Resueltos los problemas relativos á la determinacion de los rádios, que satisfacen á las condiciones que mas frecuentemente ocurren en la práctica, pasemos á exponer los métodos de trazado sobre el terreno, sin hacer uso del centro, que casi siempre estará demasiado distante, sobre todo en los caminos de hierro.

A pesar de que estos son generales y por consecuencia se podrá por su medio fijar la posicion de cualesquiera puntos de la curva, procuraremos que estos satisfagan á las condiciones siguientes: *primera*, que el número de puntos que se determine sea impar, con el objeto de que resulte uno en la bisectriz del ángulo de las alineaciones, que podrá servir para comprobar la exactitud de los demás: *segunda*, que todos ellos se hallen equidistantes entre sí, porque además de dar una idea mas exacta de la forma de la curva, se facilita en general su trazado, y el medio de observar si hay algun error.

Cada uno de los métodos que vamos á exponer, tendrá su aplicacion mas conveniente en casos determinados: unos ofrecen la ventaja de que el error cometido en la fijacion de cada punto no se comunica á los siguientes; otros la de ser mas expeditos; otros la de prestarse mejor al caso de ser inaccesible el terreno exterior á la curva, y otros, por el contrario, convienen cuando lo es el terreno interior. En su exposicion empezaremos por los métodos llamados de *intersecciones de rectas*, seguiremos con los que se prestan para trazar la curva desde su interior, y con los que permiten trazarla desde fuera; y por fin terminaremos con el que resulta de la combinacion de todos, aplicable al caso del terreno mas accidentado.

Digitized by Google

51. Cualquiera que sea el método que vaya á emplearse en el trazado de la curva, cuyo rádio y ángulo de las alineaciones suponemos conocido, lo primero que debe hacerse es calcular la tangente t para fijar los puntos de entrada y salida D y H (figura 25) y la parte exterior de la secante s, que fija el punto medio B situado sobre la bisectriz. Prefijada de antemano la distancia aproximada á que deben quedar los puntos, se calcula por la fórmula (41), el número n de partes, que se aumentará ó disminuirá lo necesario para que sea número entero y par, puesto que el de puntos debe ser impar: con este conocimiento se calcula el valor del ángulo γ formado por cada dos rádios consecutivos, y que es igual á $\frac{6}{n}$, (3—1°), y en consecuencia la distancia definitiva de los puntos, que segun el arco es el desarrollo del de γ° y segun la cuerda, está dada por la fórmula (3_8).

52. Método primero. *Por intersecciones de cuerdas, que dan puntos equidistantes.*

Marcados los puntos D, H y B (fig. 25), se coloca en D un instrumento propio para medir ángulos horizontales, y por su medio y banderolas se fijan las visuales Da, DB, Dc, etc., que respectivamente formen con la tangente los ángulos $\frac{1}{2}\gamma$, γ, $\frac{3}{2}\gamma$, etc.: con el mismo instrumento, ú otro colocado en H, se establecen las visuales Ha, HB, Hc, etc., que forman con HD los mismos ángulos $\frac{1}{2}\gamma$, γ, $\frac{3}{2}\gamma$, etc., y los puntos de interseccion a, B, c..... de las correspondientes, pertenecen á la curva. Para probarlo basta demostrar que los ángulos DaH, DBH, DcH, etc., formados sobre los extremos de la cuerda DH son iguales, y por consiguiente la curva en que están inscritos es un arco de círculo.

En efecto, los triángulos DaH y DBH dan;

$$DaH = 180^{\circ} - (aDH + aHD) = 180^{\circ} - (aDH + ADa) = 180^{\circ} - ADH.$$

$$DBH = 180^{\circ} - (BDH + BHD) = 180^{\circ} - (BDH + ADB) = 180^{\circ} - ADH$$

Digitized by Google

y por consiguiente

$$DaH = DBH$$

lo mismo se demuestra de los demás.

Cuando hay dos instrumentos disponibles, es preferible colocar el uno en D y el otro en H, y establecer inmediatamente una sola banderola en cada punto de la curva.

Este método tiene la ventaja de determinar cada punto independientemente de los demás, y por consiguiente el error, que en alguno pueda cometerse, no se trasmite á los siguientes; y los inconvenientes, 1.° de que cuando la curva es de mucha extension, los puntos D y H se hallan á gran distancia, y puede, ó no ser suficiente el alcance de los anteojos, ó que haya dificultad en la trasmision de las señas; 2.°, de exigir que en todo el espacio de la curva no haya obstáculo alguno que intercepte las visuales. Ambos inconvenientes se evitan, ó cuando menos se atenúan, determinando la mitad de los puntos desde D y B, y la otra mitad desde B y H.

53. Método segundo. *Por intersecciones de cuerdas, que dan puntos desequidistantes.*

Marcados los puntos D, H y B (fig. 26) se levantan en los primeros las perpendiculares DC y HE á la cuerda DH, sobre las cuales se toman estas magnitudes iguales á la flecha BF, que puede medirse, ó calcularse por la fórmula (4), y se señalan los puntos F', medio de DH, y B' extremo del diámetro; se dividen las distancias CD, EH, DF y FH en tantas partes iguales como expresa la mitad del número de puntos que se desean menos uno, y por los puntos de division correspondientes *a* y *a'*, *b* y *b'*, etc., y los extremos B y B' del diámetro se tiran las visuales B*a* y B'*a'*, que dan por interseccion el punto *n* de la curva, B*b* y B'*b'*, que dan el *m*, y así sucesivamente.

En efecto, tirando el rádio KO paralelo á la cuerda, y por K y B las tangentes KG y BG, resulta que la primera queda dividida por las visuales de B en partes G*c*, *cd*..... iguales, por ser KG paralela á DC y C*a*, *ab*..... iguales por construccion; del mismo modo, y por análoga razon, el rádio KO queda dividido por las visuales de B' en partes O*c'*, *c'd'*..... iguales entre sí, y

Digitized by Google

por ser BG = B'O, iguales tambien con G*c*, *cd*.....: pero en este caso los triángulos

$$GBc = OB'c'$$

$$aBd = c'B'd'$$

luego los ángulos

$$CBa = FB'a'$$

$$aBb = a'B'b'$$

entonces los triángulos B*n*B', B*m*B'..... dan:

$$BnB' = 180° - (nBB' + BB'n) = 180° - (nBB' + CBa) =$$

$$= 180° - 90° = 90°$$

$$BmB' = 180° - (mBB' + BB'm) = 180° - (mBB' + CBb) =$$

$$= 180° - 90° = 90°$$

luego los puntos *n*, *m*..... que son vértices de ángulos rectos, cuyos lados pasan por los extremos de un diámetro, pertenecen á un arco de círculo de este diámetro.

Este método no trasmite los errores; pero tiene los inconvenientes siguientes: 1.°, que es preciso fijar préviamente los puntos F y B, calcular ó medir la cuerda DH, y la flecha BF, y además tirar las líneas auxiliares DC y HE: 2.°, que en curvas de grande amplitud difícilmente alcanzarán los anteojos para dirigir las visuales: 3.°, que no han de presentarse obstáculos á las visuales en el espacio comprendido por el círculo, y parte del exterior. Podrá haber algun caso en que convenga emplearlo, cuando el rádio sea pequeño, el terreno poco accidentado, y no se disponga de instrumento para medir ángulos.

54. Método tercero. *Por ordenadas sobre los rádios de los puntos de tangencia* (fig. 27).

Señalados en el terreno los puntos D y H de entrada y salida de la curva, y calculado el valor del ángulo γ por el número de puntos que se deben trazar de la curva (51), se tira

Digitized by Google

el rádio DO perpendicular á la alineacion MA, y todo punto de la curva, tal como el *a*, está determinado por su abscisa D*a'* y la ordenada *a'a*, de modo que se tiene:

$$\text{para } a \ldots\ldots \begin{cases} \overline{Da'} = R \text{ sen. ver. } \gamma \\ \overline{a'a} = R \text{ sen. } \gamma \end{cases}$$

$$\text{para } b \ldots\ldots \begin{cases} \overline{Db'} = R \text{ sen. ver. } 2\,\gamma \\ \overline{b'b} = R \text{ sen. } 2\,\gamma \end{cases}$$

y así sucesivamente.

Basta pues tomar de las tablas de líneas trigonométricas naturales los valores de los senoversos de γ, $2\,\gamma$, etc., y de los senos de los mismos ángulos, y multiplicados por el rádio de la curva, dan las coordenadas de todos los puntos de esta.

Para mayor brevedad y exactitud, conviene trazar la cuarta parte de la curva sirviéndose del rádio DO, otra cuarta parte del HO, y la mitad restante del BO.

En este método no se trasmiten los errores, pero se necesitan medir distancias tanto mayores, cuanto mayor es la amplitud del arco y su rádio, que á veces no será posible practicar con exactitud, por no permitirlo el terreno. Este inconveniente no puede evitarse sin perder la ventaja expresada; pero si se prescinde de ella, puede modificarse el trazado segun el siguiente

55. Método cuarto. *Por la ordenada de cada punto sobre el rádio que pasa por el anterior.*

Despues de trazado el punto *a*, como se ha dicho en el método anterior, se puede servir de él para trazar el siguiente, y á su vez de este para el otro, y así sucesivamente. En efecto; si por el punto *a* se tira la recta *a*O que forme con *aa'* el ángulo $a'a\text{O} = 90° - \gamma$, ella será el rádio correspondiente al punto *a*; y por consiguiente, tomando sobre él la magnitud $am = Da'$, y sobre la perpendicular *mb* esta magnitud $= aa'$, el punto *b* cor-

Digitized by Google

responde tambien á la curva; y, repitiendo la misma operacion, podremos determinar todos los propuestos.

Este método tiene el inconveniente de que el error cometido en la determinacion de un punto, hace variar la posicion de todos los que le siguen, y que cada punto exige una estacion. Puede disminuirse la exposicion de estos errores, conciliando hasta cierto punto la ventaja que él ofrece con la del anterior, construyendo dos ó tres puntos sobre cada rádio; por ejemplo, los a y b sobre el rádio DO, los B y c sobre el bO, etc. En este caso, el rádio bO se estableceria por el ángulo $b'b$O $= 90° - 2\gamma$; y en general, el rádio correspondiente al punto n se fijaria por el ángulo $90° - n\gamma$ formado con su seno, cuidando de formarle al lado opuesto de este, cuando resulte negativo.

Este medio se emplea siempre que un obstáculo impide señalar algun punto, ó situarse en él; por ejemplo, cuando el punto a se halla dentro de un rio, de un edificio, etc.

56. Método quinto. *Por ordenadas sobre la cuerda que une los puntos de tangencia* (fig. 28).

La longitud de la cuerda DH se puede medir directamente ó calcular por la fórmula (3), y la flecha por la (4).

Esto supuesto, un punto cualquiera a de la curva se determina por las distancias Ca' y $a'a$; y como

$$\overline{Ca'} = \overline{da} = R \text{ sen. } \gamma$$

$$\overline{a'a} = \overline{Cd} = \overline{CB} - \overline{Bd} = f - R \text{ sen. ver. } \gamma$$

y del mismo modo para el punto b tendremos:

$$\overline{Cb'} = R \text{ sen. } 2\gamma$$

$$\overline{b'b} = f - R \text{ sen. ver. } 2\gamma$$

etc.

resulta que se puede trazar toda la curva con mucha facilidad.

La mayor ó menor exactitud de este método, y la expedicion

Digitized by Google

que ofrezca, dependen del número de grados del arco y de la magnitud del rádio, ó simplemente de la magnitud de la flecha.

Para evitar alguna equivocacion en la práctica al medir las rectas $a'a$, $b'b$, etc., se marca en la cadena á partir de cero la longitud constante BC, y las aa'', bb'', etc., y al hacer uso de ella, para determinar a, por ejemplo, se coloca de modo que coincida con a' el punto correspondiente á la longitud aa'' y entonces el punto que marca la BC coincidirá con el a que se busca; lo mismo se hará para los demás, de modo que el extremo cero de la cadena va trazando el arco $Ca'''b'''$... del mismo rádio.

Si la flecha BC contiene una ó varias veces la longitud de la cadena y una fraccion, solo se marcará en ella esta, cuidando, al hacer la medida, de colocar la cadena igual número de veces.

57. Método sexto. *Por las cuerdas subduplas del arco y sus flechas correspondientes* (fig. 29).

Determinados los puntos D y H por el conocimiento de la tangente, el punto B se fija por la semicuerda DC del arco y su flecha CB, los a y a', por las semicuerdas Db y Hb' de la mitad del arco y sus flechas ab y $a'b'$, los c, c', e y e' por las semicuerdas Dd, Hd', af y $a'f'$, de la cuarta parte del arco y sus flechas dc, $d'c'$, fe y $f'e'$, etc., cuyos valores se calculan por las fórmulas (3) y (4) que dan:

$$\overline{DC} = \frac{1}{2}\overline{DH} = R \text{ sen. } \frac{1}{2}\theta$$

$$\overline{BC} = R \text{ sen. ver. } \frac{1}{2}\theta$$

$$\overline{Db} = R \text{ sen. } \frac{1}{4}\theta$$

$$\overline{ba} = R \text{ sen. ver. } \frac{1}{4}\theta$$

$$\overline{Dd} = R \text{ sen. } \frac{1}{8}\theta$$

$$\overline{dc} = R \text{ sen. ver. } \frac{1}{8}\theta$$

etc.

Digitized by Google

ó por las (3_s) y (4_s), haciendo sucesivamente $n=2$, despues $n=4$, en seguida $n=8$, etc.

La determinacion de cada punto por este método exige el conocimiento de otros dos, y por consiguiente el error cometido en la fijacion de uno, influye en los siguientes. Tiene además el inconveniente de que el número de puntos de la curva es en cierto modo obligado, puesto que el número de lados del polígono será siempre un término de la progresion geométrica, cuyo primer término es uno, y la razon dos, y el número de puntos es el mismo de lados del polígono menos uno. Se emplea sin embargo con alguna frecuencia, cuando la curva debe tener pocos puntos, y hay tablas calculadas con este objeto.

Cuando alguno de los puntos fuese inaccesible, no podria continuarse el trazado por este medio, por ser necesario para determinar los demás; así, por ejemplo, si *a* estuviese dentro de un rio, sería preciso recurrir á otro método para fijar los puntos contiguos *c* y *e*.

58. Método sétimo. *Por las cuerdas sucesivas y las flechas correspondientes* (fig. 30).

Marcados los puntos D y H de tangencia, se coloca en D un instrumento de medir ángulos, se dirige la visual D*b* que forma con DA el ángulo AD*b* $=\gamma$, y se toman sobre ella las distancias iguales D*m* y *mb*, de las cuales la primera sirve para determinar el punto *a* por la perpendicular *ma*, y la segunda da el mismo punto *b*. Despues, haciendo estacion en *b*, se dirige la visual *bc*, que forma con *b*D el ángulo D*bc* $=2\,(90°-\gamma)$, se toman sobre ella *bn* y *nc* iguales á D*m*, y sobre *n*B perpendicular á *bc* la magnitud *ma*, y se obtienen otros puntos B y *c*; y continuando de la misma manera, se pueden determinar cuantos se deseen.

Las magnitudes D*m* y *ma* tienen por valores

$$\overline{Dm} = R \text{ sen. } \gamma$$

$$\overline{ma} = R \text{ sen. ver. } \gamma$$

Si algun punto, tal como el *a*, fuese inaccesible, se determi-

Digitized by Google

naria el siguiente b por su distancia $\overline{Db} = 2\ \overline{Dm}$, y se continuaría como antes; pero si además de a fuese inaccesible b, se pasaria á determinar B directamente por la visual DB, que forma con DA el ángulo $ADB = \frac{3}{2}\gamma$, y la distancia $\overline{DB} = 2\ R\ \text{sen.}\frac{3}{2}\gamma$.

Este método es muy exacto, porque es menos inexacto medir ángulos que distancias, y bastante expedito, porque el número de estaciones se reduce á la mitad del de puntos.

La tabla III contiene en las columnas 3 — 7 y 8 los elementos de trazado por este método para puntos distantes 20^m medidos sobre el arco y rádios variables de 100 á 5,000 metros.

59. Método octavo. *Por las cuerdas subtendentes* (fig. 31).

Los puntos a, b, B, c, etc., están determinados por los ángulos ADa, ABb, ADB, ADc. etc., y las distancias Da, Db, DB, Dc, etc.; los ángulos tienen por valores respectivamente $\frac{1}{2}\gamma$, γ, $\frac{3}{2}\gamma$, 2γ, etc., por estar formados por una tangente y una cuerda, y las distancias son las cuerdas de los arcos γ, 2γ, 3γ, 4γ, etc., y por consiguiente se calculan por medio de la fórmula (3)

$$c^n = 2\ R\ \text{sen.}\frac{n\gamma}{2}$$

haciendo sucesivamente $n = 1$, $n = 2$, $n = 3$, $n = 4$, etc.

Si, como representa la figura, un obstáculo G impidiera ver los puntos c, d, etc., se pasaria el instrumento al penúltimo punto b determinado, y con la direccion bB se formarian los ángulos Bbc, Bbd, etc., iguales como antes á $\frac{1}{2}\gamma$, γ, etc., y sobre sus direcciones se tomarian las longitudes correspondientes, que darian los puntos c, d, etc.

Este mismo procedimiento debe seguirse cuando, por ser grande el rádio de la curva y el valor de 6, las cuerdas adquieran una gran longitud, ó lo que en general será mas expedito, trazar desde D la cuarta parte de la curva, desde B una mitad, y desde H la cuarta parte restante. En este caso, para

Digitized by Google

la estacion B pueden referirse los ángulos de los puntos á la izquierda de B, á la cuerda que lo une con el último punto determinado desde D, tal como la *aB*, y observando para los de la derecha que el primero *b*Bc es igual á $180°+\gamma$, ó sino á la tangente EE' perpendicular á la bisectriz, ó tal que el ángulo $DBE = ADB = \frac{1}{2} DOB$.

60. Método noveno. *Por los ángulos de las cuerdas con la tangente, y distancia de los puntos sucesivos* (fig. 31).

Los puntos *a*, *b*, B, etc., se determinan igualmente por los mismos ángulos del caso anterior y las distancias D*a*, *ab*, *b*B..... iguales entre sí. Así establecido en D el instrumento, se dirige la visual D*a*, y tomando sobre ella esta magnitud, queda determinado *a*; despues se dirige la visual D*b* que contiene *b*, y como dista de *a* la magnitud D*a*, se la corta con el arco trazado desde *a* con esta distancia por rádio, y se tiene *b*; el punto B se obtiene colocando una banderola sobre la visual DB á la distancia D*b* de *b*, y así sucesivamente. De este modo los errores se comunican á los puntos siguientes; y como deben aumentarse con el número de puntos, conviene empezar el trazado partiendo del punto medio B para llegar á los extremos D y H ó viceversa, y de este modo se ve al final de la operacion el error cometido, para corregirlo, ó partir de los tres puntos D, B y H para que sea menor.

En la aplicacion de este método, suele prescindirse de que el penúltimo punto 10 (fig. 32) diste del de salida H lo mismo que del anterior, con el objeto de hacer los datos necesarios para el trazado independientes del ángulo de las alineaciones, y variables solo con el rádio y la cuerda D_1, que se fija de antemano. En efecto, si se impone la condicion de que cada punto diste del anterior la cantidad *l'* medida sobre el arco, la fórmula (5_2)

$$l' = 0{,}0174533\ R\ \gamma'$$

da á conocer γ', y por consiguiente su mitad, que es el ángulo que la primera cuerda forma con la tangente, y que cada una

Digitized by Google

de las demás forma con la anterior y siguiente; y la fórmula (3_5)

$$c' = 2\,R \text{ sen. } \frac{\gamma'}{2}$$

proporciona el valor D—1, 1—2, 2—3, etc.

Hagamos aplicacion al caso en que

$$R = 100 \text{ metros}$$

y

$$l' = 20$$

y se tiene:

$$\gamma' = \frac{20}{0{,}0174533 \times 100} = 11^{\circ},459151$$

$$\frac{1}{2}\gamma' = 5^{\circ}...43',77453$$

y

$$c' = 200 \times 0{,}0998333 = 19^{m},967$$

La tabla, para este caso, se dispondrá del modo siguiente:

Para $R = 100^m$ $l' = 20^m$	
Puntos.	Angulos con la tangente.
1	5°.....43',775
2	11.....27, 549
3	17.....11, 324
4	22.....55, 098
5	28.....38, 873
6	34.....22, 647
7	40..... 6, 422
8	45.....50, 196
9	51.....33, 971
10	57.....17, 745
$c' = 19,^m 967$	

Digitized by Google

Si el ángulo de las alineaciones fuese de 65°...24',5, el de los rádios extremos sería de $114°+35',5 = 2\,(57°+17',75)$, y por consiguiente, el punto de salida de la curva sería el undécimo, distante del penúltimo lo mismo que este del anterior; pero si fuera por ejemplo de 61°, el de los rádios sería de $119° = 2\,(57°...17',75)+4°...24',5$, y por consiguiente el undécimo punto de la curva se hallaria antes del de salida á la distancia de un arco de 4°...24',5, como representa la figura; y como á este ángulo corresponde una cuerda de $7^m,692$, resulta que el punto H de salida dista del anterior esta cantidad, lo que servirá para comprobar el trazado.

Si la tabla alcanzase á menor número de puntos que el que se desea obtener, se trazaria en el último su tangente, tal como 6E, que serviria para determinar los siguientes del mismo modo que la DA para los anteriores. La tangente 6E está determinada por el ángulo $F6E = AD6$, ó por el $D6E = 180° - AD6$.

61. Cuando se conoce el ángulo $\frac{1}{2}\gamma'$ correspondiente á un arco de desarrollo y rádio dados, es muy fácil por su medio calcular el relativo á otro rádio cualquiera para un arco del mismo desarrollo. En efecto, para el ángulo de desarrollo l' y rádio R' se tiene:

$$\frac{1}{2}\gamma' = \frac{l'}{0{,}0349066\,R'}$$

y para el de desarrollo l'' y rádio R''

$$\frac{1}{2}\gamma'' = \frac{l''}{0{,}0349066\,R''}$$

que dan:

$$\frac{\frac{1}{2}\gamma''}{\frac{1}{2}\gamma'} = \frac{l''R'}{l'R''}$$

y

$$\frac{1}{2}\gamma'' = \frac{l''}{l'} \times \frac{R'}{R''} \times \frac{1}{2}\gamma' \ldots . (62)$$

Digitized by Google

Para $l' = 20^m$, y $R' = 100^m$, se tiene:

$$\frac{1}{2}\gamma' = 5°,7295755$$

y por consiguiente

$$\frac{1}{2}\gamma'' = 5\frac{l''}{R''} \times 5°,7295755 = 28°,6478775\frac{l''}{R''} \ldots . (63)$$

Si se hace $R'' = R'$, la fórmula (62) se convierte en el supuesto anterior en

$$\frac{1}{2}\gamma'' = 0°,28647878\, l'' \ldots . (64$$

Si se hace $l'' = l'$, la misma (62) da:

$$\frac{1}{2}\gamma'' = \frac{572°,95755}{R''} \ldots . (65)$$

Por medio de esta fórmula se ha calculado la tabla II que comprende los ángulos que forman con la tangente las cuerdas de los arcos múltiplos de 20^m y de 40^m de desarrollo, correspondientes á rádios variables de 100 á 5000^m. La cuerda que subtende el arco de 20^m ó de 40^m se ha calculado por la fórmula

$$c' = 2\,R \operatorname{sen} \frac{\gamma'}{2}$$

62. Método décimo. *Por los senos y seno-versos* (fig. 33).

Si se considera el ángulo 6 de los rádios extremos de la curva dividido en tantas partes iguales como puntos se desean trazar para la curva menos uno, observaremos que cada punto *a* se halla en el encuentro de dos líneas *ma* y *m''a*, que son los senos de los ángulos contiguos DO*a* y *aOb*, y al mismo tiempo que la prolongacion de *am''* pasa por el punto siguiente, y que los puntos *n*, *n'*, *n''*, etc., en que los senos, que determinan cada

Digitized by Google

punto, cortan á los correspondientes anterior y posterior son tales que se tiene:

$$\overline{Dn} = \overline{na} = \overline{an'} = \overline{n'b} = \overline{bn''} = \text{etc.}$$

y

$$\overline{mn} = \overline{nm'} = \overline{m'n'} = \overline{n'm''} = \overline{m''n''} = \text{etc.}$$

Si pues por m se tira la perpendicular ma al rádio DO, igual al seno del ángulo γ, y en ella se marca el punto n, tendremos determinado el punto a, y la línea Dnb que contiene el b: si sobre esta se toma la magnitud Db, doble seno de γ, y se marcan los puntos m', n' y b, se tiene conocido b; tirando igualmente por a y n' la recta $an'B$, tomando sobre ella $aB = Db$, y señalando los puntos m'', n'' y B, queda determinado B y así sucesivamente. Los puntos m', m'', etc. sirven para comprobar los a, b, etc. por las magnitudes $\overline{m'a} = \overline{m''b} = \text{etc.} = \overline{Dm}$.

Como se ve, basta calcular el seno-verso Dm, el seno ma, y las partes $\overline{Dn} = \overline{na}$, y $\overline{mn} = \overline{nm'}$, en que mútuamente se dividen, que tienen por valor:

$$\overline{Dm} = \text{R sen. ver. } \gamma$$

$$\overline{ma} = \text{R sen. } \gamma$$

$$\overline{Dn} = \frac{\overline{Dm}}{\text{cos. } nDm} = \frac{\text{R sen. ver. } \gamma}{\text{sen. } \gamma} = \text{R sen. ver. } \gamma \text{ cosec } \gamma$$

$$\overline{mn} = \overline{Dn} \text{ cos. } \gamma = \text{R sen. ver. } \gamma \text{ cot. } \gamma$$

Este procedimiento tiene las ventajas de no exigir medicion de ángulos, de limitar al mínimo ancho el espacio de terreno necesario, y de que, si bien la posicion de cada punto resulta de dos anteriores, puede cada uno corregirse inmediatamente despues de marcado.

Cuando los puntos D, a, b, etc. deben resultar muy poco distantes uno de otro, ó el número de puntos de la curva ha de ser considerable, las longitudes Dm, Dn y mn son muy pequeñas;

Digitized by Google

por consiguiente el error, que siempre se comete al marcar los puntos, será grande respecto á estas distancias, y tanto mayor cuanto mayor vaya siendo el número de puntos determinado por su medio. Para evitar este inconveniente, conviene señalar los puntos á mayor distancia, sin perjuicio de establecer otros intermedios, sirviéndose de la cuerda y la flecha correspondiente (58).

63. Método undécimo. *Por ordenadas sobre la tangente* (fig. 34).

Los puntos a, b, c, etc. están determinados por sus coordenadas Da' y $a'a$, Db' y $b'b$, Dc' y $c'c$, etc.; y como estas magnitudes tienen por valor

$$\overline{Da'} = R \text{ sen. } 7$$

$$\overline{a'a} = R \text{ sen. ver. } 7$$

$$\overline{Db'} = R \text{ sen. } 2\,7$$

$$\overline{b'b} = R \text{ sen. ver. } 2\,7$$

$$\overline{Dc'} = R \text{ sen. } 3\,7$$

$$\overline{c'c} = R \text{ sen. ver. } 3\,7$$

etc.

resulta que, tomando sobre la tangente, y á partir del punto de tangencia, la magnitud Da' y la $a'a$ sobre la perpendicular á ella en a', se tiene el punto a: del mismo modo se determinan los demás.

Aunque por medio de una sola tangente pueden determinarse todos los puntos de la curva, conviene, para reducir los cálculos de las coordenadas, economizar el tiempo de sus medidas y reducir los errores á que dan lugar estas, cuando son de mucha longitud, servirse no solo de las tangentes en ambos extremos, sino tambien de la EE' del punto medio, que es perpendicular á la bisectriz, y de otra cualquiera en caso necesario.

Digitized by Google

Para determinar la tangente en un punto cualquiera, tal como el B, observaremos que

$$bBE' = 180^\circ + bBE = 180^\circ + 2\gamma$$

Este método es de un uso cómodo y expedito, no trasmite los errores, y exige poco terreno cuando se emplean tres ó mas tangentes.

Cuando se quiere que la distancia entre los puntos sea de 20^m medidos sobre el arco, tanto en este método como en los demás, los valores de los ángulos γ, 2γ, etc. están dados por la tabla II en el lugar de los puntos pares. En este caso el penúltimo punto distará en general menos de 20^m del de salida (60).

64. Método duodécimo. *Por ordenadas sobre las tangentes sucesivas* (fig. 35).

Los puntos *a*, *b*, B, etc. de la curva están determinados por las distancias D*n* y *na*, *an'* y *n'b*, *bn''* y *n''*B, etc. respectivamente iguales entre sí, y medidas las primeras sobre la tangente del punto anterior, y las segundas sobre una perpendicular á ella; por consiguiente, para trazar la curva basta calcular las distancias D*n*, *na* y D*m*, que sirven para todos los puntos, y tienen por valor

$$\overline{Dn} = \overline{ae} = R \text{ sen. } \gamma$$

$$\overline{na} = \overline{De} = R \text{ sen. ver. } \gamma$$

$$\overline{Dm} = t' = R \text{ tang. } \frac{1}{2}\gamma,$$

y proceder de la manera siguiente: sobre la alineacion DA se toman desde D las magnitudes D*m* y D*n*, y sobre una perpendicular á ella en *n* la *na*, que determina el punto *a*: unido este con *m* establece la tangente *ap*, que sirve para tener *b*, y así sucesivamente.

Si un punto, tal como el *b*, fuese inaccesible, se obtendria

Digitized by Google

el siguiente por medio de las distancias ap y pB, y la tangente en B por la distancia aq, que tienen por valor

$$\overline{ap} = R \text{ sen. } 2\gamma$$

$$\overline{pB} = R \text{ sen. ver. } 2\gamma$$

$$\overline{aq} = R \text{ tang. } \gamma$$

(Tabla III, casillas 6—8 y 11.)

65. Método décimotercio. *Por la longitud de las tangentes sucesivas y el doble seno de la mitad del ángulo que forman* (fig. 36).

Si en los puntos a, b, B, etc. de la curva se trazan las tangentes mm', $m'm''$, etc., observaremos que las partes ma, am', $m'b$, bm'', etc. son iguales entre sí y á Dm, y que el punto a dista del n, tal que $mn = mD$, la cantidad na, que es doble del seno de la mitad del ángulo $nma = \gamma$; por consiguiente si sobre la tangente se toma $mn = mD$, y se coloca en m el cero de una cadena y en n el de otra, el punto a, donde se reunen los puntos de ellas, que marcan las longitudes ma y na, será punto de la curva. Uniendo despues m con a se tiene la tangente mam', y si se toma sobre ella am' y $m'n'$ iguales á Dm, el punto de union b de las cadenas, colocadas como antes, será otro punto de la curva, y así sucesivamente. Basta pues calcular las magnitudes Dm y na, que tienen por valor

$$\overline{Dm} = t' = R \text{ tang. } \frac{1}{2}\gamma$$

$$\overline{na} = 2\,t' \text{ sen. } \frac{1}{2}\gamma$$

Si algun obstáculo impidiera marcar el punto b, se determinaria el siguiente B por medio del anterior a, tomando $m_1t = m_1a$, y formando el triángulo m_1tB, cuyos tres lados tienen por valor

$$t'' = \overline{m_1B} = \overline{m_1a} = \overline{m_1t} = R \text{ tang. } \gamma$$

$$\overline{tB} = 2\,t' \text{ sen. } \gamma$$

Digitized by Google

Del mismo modo se determinaria un tercer punto, si dos fuesen inaccesibles.

Cuando la tangente D*m* sea mayor que la cadena de que se dispone, este método es poco cómodo sin el empleo de un baivel variable, descrito (88), cuyo lado mayor se coloca en la direccion *mn*, y cuando el punto *n* coincide con una señal hecha en él, el otro brazo marca la direccion *na*.

(Tabla III, casillas 6 y 16).

66. Método décimocuarto. *Por la longitud de las tangentes sucesivas y el ángulo que forman* (fig. 35).

Cada punto *a* de la curva está determinado por el ángulo *nma* que su tangente forma con la del punto anterior y la distancia $\overline{ma} = \overline{m\mathrm{D}}$, que tienen por valor

$$nma = \gamma$$

$$\overline{ma} = \overline{\mathrm{D}m} = \mathrm{R}\,\mathrm{tang.}\,\frac{1}{2}\gamma$$

Cuando es preciso determinar B sin conocer el punto anterior *b*, se toma sobre la tangente anterior la magnitud *aq*, se forma el ángulo *pq*B, y sobre *q*B se repite la distancia *aq* que determina B: los valores de *aq* y del ángulo *pq*B son:

$$\overline{aq} = \mathrm{R}\,\mathrm{tang.}\,\gamma$$

$$pq\mathrm{B} = 2\,\gamma$$

(Tabla III, casillas 3 y 6).

67. Método décimoquinto. *Por las tangentes y la parte exterior de la secante correspondiente* (fig. 37).

Si en los puntos pares *b*, *c*, etc. de la curva se trazan sus tangentes *mn*, *np*, etc., y en los impares los rádios O*a*, OB, etc., observaremos que estos cortan á las tangentes contiguas en el mismo punto *m*, *n*, etc., y que si despues de tomar la distancia D*m*, se estaciona un instrumento de medir ángulos en *m*, se for-

Digitized by Google

man los ángulos DmO y Omb iguales, y se toma sobre mO la distancia ma, y sobre mn las mb y bn iguales á Dm, se habrán determinado los puntos a y b de la curva, y además el n de la estacion siguiente. Repitiendo la misma operacion en este punto y sucesivos obtendremos los demás de la curva, sin calcular otros datos que

$$\overline{Dm} = R \text{ tang. } \gamma$$

$$\overline{ma} = R(\text{sec. } \varepsilon - 1) \ldots \text{fórmula (2)}$$

$$DmO = 90^\circ - \gamma$$

Si un punto tal como b fuese inaccesible, se traza en el anterior a la tangente aq perpendicular al rádio, y por medio del ángulo aqB = 2(90° — γ), pasariamos al B. Si el inaccesible no fuese b sino un punto análogo al n, que sirve para determinarle, efectuariamos la misma operacion.

(Tabla III, casillas 4—9 y 10).

68. Método décimosexto. *Por la longitud de la tangente del arco y la parte exterior de la secante del arco doble* (fig. 38).

Si en todos los puntos de la curva se considera trazada la tangente, y prolongada hasta cortar á las dos inmediatamente anteriores y siguientes, notaremos; primero: que cada dos tangentes no consecutivas se cortan sobre la prolongacion del rádio del punto intermedio en m, m', m'', etc. equidistantes de los puntos de tangencia; segundo: que las intersecciones n, n', n'', etc. de las tangentes consecutivas equidistan de los mismos puntos de tangencia, por consiguiente se tiene:

$$\overline{Dn} = \overline{na} = \overline{an'} = \overline{n'b} = \text{etc.}$$

$$\overline{mn} = \overline{nm'} = \overline{m'n'} = \overline{n'm''} = \text{etc.}$$

y

$$\overline{mD} = \overline{m'a} = \overline{m''b} = \text{etc.}$$

Digitized by Google

Con el conocimiento de estas distancias, que tienen por valor

$$\overline{Dn} = R \text{ tang. } \frac{1}{2}\gamma$$

$$\overline{mn} = \overline{ma} - \overline{na} = R\left(\text{tang. } \gamma - \text{tang. } \frac{1}{2}\gamma\right)$$

y

$$\overline{mD} = R\left(\text{sec. } \gamma - 1\right)$$

se puede efectuar el trazado de la curva y comprobarlo del modo siguiente: tómense sobre la alineacion DA las distancias Dn y nm', y sobre una perpendicular á ella en D la Dm, y se tiene la tangente mm'' del primer punto, y un punto m' de la del siguiente; midiendo sobre ella na y $an' = Dn$ y $n'm'' = mn$, se obtiene el primer punto a de la curva, la tangente $m'm'''$ del segundo, y un punto m'' de la del tercero; y continuando del mismo modo, se trazan los demás puntos de la curva.

Los puntos n', n'', etc. de las tangentes pueden comprobarse por las distancias $m'n'$, $m''n''$, etc. iguales á ma, y los a, b, etc. de la curva, viendo si se hallan sobre las bisectrices de los ángulos $nm'n'$, $n'm''n''$, etc. á las distancias $m'a$, $m''b$, etc. iguales á mD, de los vértices.

69. Método décimosétimo. *Por ordenadas sobre las cuerdas sucesivas* (fig. 39).

Considerando unidos los puntos de la curva por las cuerdas Da, ab, bB, etc., y bajando desde cada uno la perpendicular sobre la prolongacion de la cuerda anterior, se nota que el primer punto a está determinado por las coordenadas Dm y ma, y el segundo b por las am' y $m'b$, que son iguales para todos los demás; y por consiguiente el medio de trazado se reduce á tomar sobre la alineacion la magnitud Dm, y sobre una perpendicular á ella en m la ma, que determina el punto a; unir este con el anterior, tomar sobre la prolongacion de Da la longitud am', y sobre una perpendicular á ella en m' la $m'b$, que fija el punto b y continuar de la misma manera. Resta solo calcular las coordenadas del punto de *entrada* a y de los *intermedios* aná-

Digitized by Google

logos al b; para esto, llamando c' la cuerda Da, que tiene por valor (3_5)

$$c' = 2\,R \text{ sen. } \frac{\gamma}{2}$$

se halla:

$$\overline{Dm} = R \text{ sen. } \gamma$$

$$\overline{ma} = R \text{ sen. ver. } \gamma$$

y

$$\overline{am'} = \overline{ab} \text{ cos. } \gamma = c' \text{ cos. } \gamma = R\,(\text{sen. } \tfrac{3}{2}\gamma - \text{sen. } \tfrac{1}{2}\gamma)$$

$$\overline{m'b} = c' \text{ sen. } \gamma = R\,(\text{sen. ver. } \tfrac{3}{2}\gamma - \text{sen. ver. } \tfrac{1}{2}\gamma)$$

Este método es muy expedito, pero acumula los errores que se irán haciendo tanto mayores cuanto mayor sea el número de puntos deducidos del de partida. Por esta razon conviene trazar la cuarta parte de la curva á partir de D, otra cuarta parte tomando como orígen á B hácia la izquierda, otra desde B á la derecha, y la restante desde H; ó cuando menos la mitad á partir de D y la otra mitad á partir de H, sirviéndose del B como punto de comprobacion adonde debe venirse á parar en ambos sentidos.

Si el punto siguiente al b cayese en q distinto de B, seria preciso repetir el trazado, ó repartir el error entre los puntos anteriores, lo cual equivale á suponer que ha habido error en todos, y que los parciales han sido iguales y en el mismo sentido. El error cometido se mide por la distancia qr en el sentido de la última cuerda, que expresa lo que el punto q se halla mas atrás que el verdadero B, y por la rB, que le separa del mismo en direccion perpendicular á ella. Estas separaciones se dividen en tantas partes iguales como puntos erróneos hay, que en este caso son tres, y de ellos corresponde al primero una, al segundo dos, etc.

Si en un punto cualquiera de la curva, tal como el H, quisie-

Digitized by Google

ra tirarse una tangente, bien con objeto de pasar de la alineacion curva á la recta, lo cual puede tener lugar en los anteproyectos y en los tanteos, ó bien porque convenga servirse de ella para continuar el trazado de la curva, se tomaria sobre la prolongacion de la cuerda anterior la magnitud $Hn = D'n$, y perpendicularmente á ella en n la $np = ma$, y HpN seria la tangente pedida, ó sea la prolongacion del último elemento H de la curva.

En el caso de que algun punto b fuese inaccesible, se determinarian los dos siguientes B y c, sirviéndose de la misma cuerda Da, por las distancias ar y rB, as y sc, calculadas del modo siguiente:

$$\overline{ar} = \overline{am'} + \overline{bn} = c' \text{ (cos. } 7 + \text{cos. } 2\,7\text{)}$$

$$\overline{r\text{B}} = \overline{m'b} + \overline{n\text{B}} = c' \text{ (sen. } 7 + \text{sen. } 2\,7\text{)}$$

$$\overline{as} = c' \text{ (cos. } 7 + \text{cos. } 2\,7 + \text{cos. } 3\,7\text{)}$$

$$\overline{cs} = c' \text{ (sen. } 7 + \text{sen. } 2\,7 + \text{sen. } 3\,7\text{)}$$

Del mismo modo podria determinarse otro punto d, en el caso de que tambien fuese inaccesible el B.

(Tabla III, casillas 8—11—12 y 13.)

70. Método décimoctavo. *Por la longitud de las cuerdas sucesivas y ángulo que cada una forma con la anterior* (fig. 39).

Los puntos a, b, B, etc. pueden determinarse tambien, el primero por el ángulo mDa, que llamaremos de *entrada*, y la cuerda Da, y el segundo y todos los demás por los ángulos $m'ab$, $m''b$B, etc., que cada cuerda forma con la anterior, los cuales son iguales y llamaremos *intermedios*, y la misma cuerda.

El ángulo de entrada es igual al de *salida* nHN; y este, los intermedios y la cuerda Da tienen por valores:

$$\text{Angulo de entrada y de salida} = \frac{1}{2}\,7$$

$$\text{Angulos intermedios} = 7$$

$$\overline{\text{D}a} = c' = 2\,\text{R sen.}\,\frac{1}{2}\,7$$

Si el punto b fuese inaccesible, se determinarian los dos si-

Digitized by Google

guientes B y c por medio de los ángulos $m'aB$ y $m'ac$ y las cuerdas aB y Bc, ó ac, cuyos valores son:

$$m'aB = \frac{3}{2}\gamma$$

$$\overline{aB} = 2\,R \text{ sen. } \gamma$$

$$m'ac = 2\gamma$$

$$\overline{Bc} = 2\,R \text{ sen. } \frac{1}{2}\gamma$$

y

$$\overline{ac} = 2\,R \text{ sen. } \frac{3}{2}\gamma$$

Este método tiene sobre el anterior la desventaja de exigir un instrumento de medir ángulos, y de emplearse mucho tiempo para establecerlo sobre cada punto.

(Tabla III, casillas 2—3 y 5.)

71. Método décimonono. *Por la longitud de las cuerdas sucesivas y el doble seno de la mitad del ángulo que cada una forma con la anterior.*

Si sobre la alineacion MA se toma Dn igual á la cuerda Da, el primer punto a de la curva se determina por las distancias Da y na: del mismo modo tomando sobre la prolongacion de Da la magnitud $an' = Da$, el segundo punto b queda determinado por las distancias $ab = Da$ y $n'b$, y así sucesivamente; pero na es el doble seno de la mitad del ángulo de entrada, y $n'b$ el doble seno de la mitad del ángulo intermedio; luego llamando c' la cuerda, se tiene:

$$\overline{Dn} = \overline{Da} = c' = 2\,R \text{ sen. } \frac{1}{2}\gamma$$

$$\overline{na} = 2\,c' \text{ sen. } \frac{1}{2}\,ADa = 2\,c' \text{ sen. } \frac{1}{4}\gamma$$

$$\overline{n'b} = 2\,c' \text{ sen. } \frac{1}{2}\gamma = 2\,R \text{ sen. ver. } \gamma$$

Si en un punto cualquiera H se quisiera tirar una tangente,

Digitized by Google

se determinaria el punto *p* de ella por los mismos datos empleados para el punto *a* de la curva con relacion á la alineacion, que le es tangente.

(Tabla III, casillas 14 y 15.)

72. Método vigésimo. *Por la combinacion de dos ó mas cualesquiera de los anteriores* (fig. 40).

Cuando el terreno sea quebrado, rara vez permitirá trazar todos los puntos de una curva por el empleo de uno solo de los métodos anteriormente expuestos. En este caso debe empezarse la operacion por el que parezca mas conveniente á la forma del terreno en el principio de la curva, y cuando este haga difícil continuarla por el mismo método, se adopta el que esté mas en relacion con la nueva forma del terreno, que á su vez podrá ser necesario sustituir con otro, y así sucesivamente.

Para pasar de uno á otro medio de trazado, basta establecer sobre el terreno la posicion de la nueva línea á que han de referirse los puntos sucesivos, segun el método que se adopte; por consiguiente el problema se reduce á tirar por un punto dado de la curva una cuerda que subtenda un arco de un número dado de grados, un rádio ó una tangente.

Si, como representa la figura, en la determinacion de los puntos *a* y *b* ha convenido emplear el método 17.°, en la del B el 8.°, en la de los *c* y *d* el 5.°, en la de los *e*, *f* y *g* el 11.°, y en la de los *h* y H el 3.°, ha sido necesario, para pasar del primero al segundo, tirar la cuerda *b*B, que sirve tambien para el tercero; para pasar al cuarto establecer la tangente BG, y para el quinto trazar en *g* el rádio *g*O.

La cuerda *b*B está determinada por el ángulo $mbB = 2\gamma$, y tiene por longitud

$$\overline{bB} = 2\,R \text{ sen. } \frac{3}{2}\gamma$$

y por flecha

$$\overline{EE'} = R \text{ sen. ver. } \frac{3}{2}\gamma$$

Digitized by Google

La tangente BG lo está por el ángulo

$$bBG = 180^\circ + \frac{3}{2}\gamma$$

y el rádio bO por cualquiera de los ángulos $g'gO$, ó egO, que tienen por valor

$$g'gO = 180^\circ + 3\gamma$$

$$egO = 270^\circ + \gamma$$

De una manera análoga podrán determinarse estas mismas líneas respecto á otras, segun el órden de sucesion de los métodos que se empleen.

Digitized by Google

Digitized by Google

SEGUNDA SECCION.

UNION POR ARCOS DE PARÁBOLA.

CAPÍTULO I.

Cálculo de los elementos necesarios para su trazado.

73. Aunque respecto á la parábola se podrian proponer problemas análogos á los resueltos respecto al círculo, atendiendo al poco uso que se hace de ella, por los inconvenientes que ofrece su empleo (1), y por lo trabajoso de su trazado, nos limitaremos á los dos siguientes.

Problema 1.° *Unir dos alineaciones* **AM** y **AN** (fig. 41) *por medio de un arco de parábola tangente á ellas en puntos* **D** y **H**, *equidistantes de su encuentro* **A**.

El problema tiene por objeto determinar el eje, el vértice y el parámetro de la curva.

El eje es la bisectriz Ax del ángulo de las alineaciones, que es perpendicular á la cuerda **HD** y la divide en partes iguales, por ser $AD = AH$. El vértice de la curva está en **B**, equidistante de **A** y del pié p de la ordenada del punto **H**, por ser la subtangente Ap doble de la abscisa Bp del punto de contacto. El parámetro es doble de la magnitud pn, por tener la parábola la propiedad de que la subnormal pn es igual á la mitad del parámetro.

Digitized by Google

La resolucion gráfica del problema no ofrece dificultad. En efecto, la bisectriz Ax es el eje, la perpendicular Hp á él determina la magnitud Ap, cuyo medio B es el vértice, y la perpendicular Hn á la alineacion da á conocer pn, cuya mitad, tomada sobre el eje á derecha é izquierda de B, determina el foco: F y la directriz dd'. Con estos datos puede construirse la curva por cualquiera de los medios conocidos; pero como estos no son aplicables á su trazado sobre el terreno, calcularemos analíticamente los valores de AB, que determina el vértice, y de pn, doble del parámetro.

El triángulo AHp, rectángulo en p, da:

$$\overline{AB} = \frac{1}{2}\overline{Ap} = \frac{1}{2}\overline{AH}\cos.\frac{1}{2}\alpha = \frac{1}{2}t\cos.\frac{1}{2}\alpha \ldots . (66)$$

$$\overline{Hp} = t\,\text{sen.}\,\frac{1}{2}\alpha$$

Tambien lo es el Hpn, y, llamando p al parámetro, se tiene:

$$p = 2\overline{pn} = 2\overline{Hp}\,\text{tang.}\,\frac{1}{2}\alpha = 2t\,\text{sen.}\,\frac{1}{2}\alpha\,\text{tang.}\,\frac{1}{2}\alpha \ldots . (67)$$

74. Problema 2.° *Unir dos alineaciones*, AM y AN (fig. 42), *por medio de un arco de parábola tangente á ellas en puntos*, D y H, *desequidistantes de su encuentro* A.

El problema tiene por objeto determinar el eje, el vértice y el parámetro de la curva.

La línea AC, que une el vértice de las alineaciones con el medio de la cuerda HD de los puntos de tangencia, es un diámetro, porque dos tangentes cualesquiera de la parábola se cortan sobre el diámetro conjugado del paralelo á la cuerda de los puntos de tangencia; por consiguiente, AC es paralela al eje, y para tener este, basta calcular la distancia á que se halla del diámetro AC.

Si suponemos que Tx sea este eje, y se tiran las ordenadas Hp y Dp', y las normales Hn y Dn' de los puntos H y D, re-

Digitized by Google

cordando que en la parábola la subnormal es igual á la mitad del parámetro, se tiene:

$$\overline{pn} = \overline{p'n'} = \frac{1}{2}p \ldots (a)$$

pero los triángulos AHq y Hpn, rectángulos en q y en p, son semejantes, por tener dos lados perpendiculares á otros dos, y dan:

$$\overline{Aq} : \overline{qH} :: \overline{Hp} : \overline{pn} = \frac{\overline{qH} \times \overline{Hp}}{\overline{Aq}} \ldots (b)$$

por la misma razon lo son los ADq' y D$p'n'$ y dan:

$$\overline{Aq'} : \overline{q'D} :: \overline{Dp'} : \overline{p'n'} = \frac{\overline{q'D} \times \overline{Dp'}}{\overline{Aq'}}$$

y por consiguiente se tiene:

$$\overline{qH} \times \overline{Hp} \times \overline{Aq'} = \overline{q'D} \times \overline{Dp'} \times \overline{Aq}$$

Si se observa que los triángulos rectángulos qHC y q'DC son iguales, por tener iguales las hipotenusas y el ángulo agudo en C, se tiene:

$$\overline{q'D} = \overline{qH}$$

y como además

$$\overline{p'q'} = \overline{pq}$$

lo que proporciona

$$\overline{Hp} = \overline{qH} - \overline{pq}$$

$$\overline{Dp'} = \overline{qH} + \overline{pq}$$

sustituyendo arriba, resulta:

$$\overline{qH}\ (\overline{qH} - \overline{pq}) \times \overline{Aq'} = \overline{qH}\ (\overline{qH} + \overline{pq}) \times \overline{Aq}$$

que da:

$$pq = \frac{\overline{qH}\ (\overline{Aq'} - \overline{Aq})}{\overline{Aq'} + \overline{Aq}}$$

Digitized by Google

Como se ve, *la distancia del eje de la parábola al diámetro, que tiene un punto comun con ambas alineaciones, es una cuarta proporcional á la suma de las abscisas de los puntos de tangencia respecto á dicho diámetro, á su diferencia, y á la ordenada de uno de ellos.*

Para construir geométricamente esta expresion, nos serviremos del ángulo Hqr, y tomando la distancia 2Aq desde q' á r, uniendo r con H, y tirando por q' la recta $q'p$ paralela á rH, esta determina el punto p del eje, y por consiguiente px paralela á AC es el eje.

En efecto, los triángulos pqq', y Hqr semejantes, dan:

$$\overline{qr} : \overline{qq'} :: \overline{q\mathrm{H}} : \overline{pq} = \frac{\overline{q\mathrm{H}} \times \overline{qq'}}{\overline{qr}} = \frac{\overline{q\mathrm{H}}\,(\overline{\mathrm{A}q'} - \overline{\mathrm{A}q})}{\overline{qq'} + 2\,\overline{\mathrm{A}q}} = \frac{\overline{q\mathrm{H}}\,(\overline{\mathrm{A}q'} - \overline{\mathrm{A}q})}{\overline{\mathrm{A}q'} + \overline{\mathrm{A}q}}$$

Para calcular la misma expresion numéricamente, haremos:

$$\overline{\mathrm{AH}} = t$$

$$\overline{\mathrm{AD}} = \mathrm{T}$$

$$\mathrm{HAD} = \alpha$$

$$\mathrm{HAC} = \delta$$

y se tiene:

$$\overline{q\mathrm{H}} = t \text{ sen. } \delta$$

$$\overline{\mathrm{A}q} = t \text{ cos. } \delta$$

$$\overline{\mathrm{A}q'} = \mathrm{T} \text{ cos. } (\alpha - \delta)$$

y sustituyendo resulta:

$$\overline{pq} = \frac{t \text{ sen. } \delta\,[\mathrm{T} \text{ cos. } (\alpha - \delta) - t \text{ cos. } \delta]}{\mathrm{T} \text{ cos. } (\alpha - \delta) + t \text{ cos } \delta} \ldots . (68)$$

Digitized by Google

El ángulo δ puede medirse directamente sobre el terreno despues de tomar el punto C medio de HD, y si no, calcularse, resolviendo el triángulo HAD, que da á conocer HC, y despues el HAC que determina δ: de cualquier modo, lo suponemos conocido.

El medio mas conveniente de establecer el eje sobre el terreno, es sirviéndose de la distancia AT y del ángulo $NTx = \delta$; este es conocido, y la distancia está dada por la expresion

$$\overline{AT} = \frac{\overline{pq}}{\text{sen. } \delta} = \frac{t\,[T \text{ cos. } (\alpha - \delta) - t \text{ cos. } \delta]}{T \text{ cos. } (\alpha - \delta) + t \text{ cos. } \delta} \ldots (69)$$

El vértice B de la curva se determina por la distancia TB, que tiene por valor

$$\overline{TB} = \frac{1}{2}\overline{Tp} = \frac{1}{2}\overline{TH} \text{ cos. } \delta = \frac{1}{2}\left(\overline{AH} - \overline{AT}\right) \text{cos. } \delta =$$

$$= \frac{t^2 \text{ cos.}^2 \delta}{T \text{ cos. } (\alpha - \delta) + t \text{ cos. } \delta} \ldots (70)$$

Resta ya solo calcular el parámetro para poder construir la curva; pero las expresiones (a) y (b) dan:

$$p = 2\overline{pn} = 2\,\frac{\overline{qH}\,(\overline{qH} - \overline{pq})}{\overline{Aq}} = 2\,\frac{\overline{qH}^2 - \overline{qH}^2\dfrac{\overline{Aq'} - \overline{Aq}}{\overline{Aq'} + \overline{Aq}}}{\overline{Aq}} = \frac{4\,\overline{qH}^2}{\overline{Aq'} + \overline{Aq}}$$

ó

$$p = \frac{(2\,t \text{ sen. } \delta)^2}{T \text{ cos. } (\alpha - \delta) + t \text{ cos. } \delta} \ldots (71)$$

que expresa que *el parámetro es una tercera proporcional á la su-*

Digitized by Google

ma de las abscisas de los puntos de tangencia respecto al diámetro que tiene un punto comun con ambas alineaciones, y á la doble ordenada de uno de ellos.

Este se construye gráficamente, llevando $2Aq$ desde q' á r, $2qH$ de q á s y de q á e, uniendo r con e, y tirando sg paralela á re: qg es el parámetro, como fácilmente se ve por la figura; y tomando la cuarta parte de esta magnitud de B á E, y de B á F, la perpendicular dd' al eje es la directriz, y el punto F el foco.

75. Cuando en la union de dos alineaciones se hace uso de la parábola, es preciso calcular el desarrollo de esta entre dos cualesquiera de sus puntos, para tener la distancia entre estos medida sobre la curva, y su desarrollo total entre los puntos de tangencia con las alineaciones. Aplicando el cálculo integral á la resolucion de este problema, se obtiene la fórmula

$$s = \frac{1}{2}\sqrt{px+4x^2} - \frac{1}{8}p\frac{1}{M}\log.\frac{8x+p-4\sqrt{px+4x^2}}{p} \quad ..(72)$$

que expresa el desarrollo del arco contado desde el vértice de la curva hasta el punto de abscisa x, tomándose los logaritmos en el sistema que tiene 10 por base, y siendo

$$M = 0{,}4342945$$

y

$$\log.\frac{1}{M} = \log.\ 2{,}3025851 = 0{,}3622157$$

Aplicacion: Propongámonos calcular el desarrollo del arco BaH (fig. 41) de parábola, contado desde el vértice B hasta el punto H, cuya abscisa Bp es de 60^m, en el supuesto de que su parámetro es

$$p = 29^m{,}349$$

Digitized by Google

y la fórmula anterior da:

$$s = 76\,m,56$$

Si se desea conocer el arco *de*H, se calcularia el B*ad*, y se restaria del anterior. Del mismo modo para tener el arco a_1B*ad*H, se calcula la parte Ba_1, comprendida desde el vértice al punto a_1 de abscisa B*o*, y la B*ad*H comprendida desde el vértice al punto H de abscisa B*p*, y su suma es el arco pedido.

CAPÍTULO II.

Trazado de las curvas parabólicas sobre el terreno.

76. Conocida la posicion del eje, el vértice y el parámetro de la parábola (73 y 74), vamos á exponer los métodos mas sencillos que pueden emplearse en su trazado sobre el terreno, bien sean iguales las distancias de los puntos de tangencia al de encuentro de las alineaciones, ó bien sean desiguales. Cada uno de estos será aplicable de preferencia segun las circunstancias particulares que ofrezca el terreno, análogamente á lo expuesto respecto á las curvas circulares.

77. Método primero. *Por intersecciones de las cuerdas suplementarias* (fig. 43).

Sean AM y AN las alineaciones que se desean unir por medio de un arco de parábola tangente á ellas en D y H, cualquiera que sea la relacion de las distancias AD y AH. Sobre B*p* y *p*H constrúyase el rectángulo B*p*HE, divídanse los lados EH y H*p* en tantas partes iguales como puntos se quieren obtener entre los B y H mas uno, únanse los puntos de division 1, 2, 3, etc. con el vértice B, y en los 1′, 2′, 3′, etc., levántense las perpendiculares 1′*a*, 2′*b*, 3′*c*, etc. á la recta *p*H y los puntos

Digitized by Google

de interseccion a, b, c, etc. corresponden á la parábola (Geom.)

Si las circunstancias del terreno no permitieran servirse de la recta Hp, se haria uso de la BE, ó de la RG ó de cualquiera de las BH, B5, B4, etc., porque todas quedan divididas en partes iguales por las 1'a, 2'b, etc.; en este segundo caso en los puntos de division L se tirarian las rectas análogas á la Ld formando con BH el ángulo constante dLB igual HBp, que se puede medir ó calcular.

Si tampoco se puede hacer uso de la recta EH, se empleará la KL, ó cualquiera otra paralela á ella, por una razon análoga.

78. Método segundo. *Por intersecciones de las tangentes con los rádios vectores correspondientes.*

El conocimiento del parámetro determina la posicion del foco F, por ser (Geom.) $BF = \frac{1}{4} p$. Levantando en B la perpendicular EE' contiene los piés de las perpendiculares tiradas desde el foco á las tangentes; por consiguiente, si se tira desde F la recta cualquiera Fo, la perpendicular Toc' á ella en o es tangente, y contiene el punto de tangencia c' de la curva; pero en la parábola el rádio vector Fc' del punto de contacto es igual á la distancia TF del pié de la tangente al foco; luego los dos triángulos ToF y Foc' rectángulos en o, son iguales y dan, ángulo TFo = oFc'. Por consiguiente, si con un instrumento de medir ángulos estacionado en F, se tiran las rectas Fo y Fc' de modo que c'FT = 2 oFT, y en el punto o marcado sobre BE' se levanta oc' perpendicular á oF, el punto de interseccion c' de Fc' con oc', es un punto de la curva, y repitiendo la misma operacion, se obtendrian los demas puntos que se quiera.

Para que los puntos a', b', c', etc. obtenidos resulten á distancias tanto menores cuanto mayor sea la curvatura de la parábola, conviene elegir de antemano los puntos m, n, o, etc., equidistantes entre sí.

79. Método tercero. *Por intersecciones de los rádios vectores.*

Si en Q, tal que $\overline{BQ} = \frac{1}{4} p$, se levanta la perpendicular P'P al eje, esta es la directriz de la parábola, y para un punto c, Fc y $o'c$ son los rádios vectores. La recta Fo' es perpendicu-

Digitized by Google

lar á la tangente Tc, y por consiguiente los triángulos rectángulos TFs y sFc son iguales, y dan ángulo s FT = sFc; si pues se dirige la visual Fo' que forme con FA el ángulo cualquiera AFo', y la Fc que forme el ángulo doble AFc, y en el punto o' de la directriz se levanta la perpendicular á ella o'c, el punto de interseccion c pertenece á la curva.

Por la misma razon que en el caso anterior, conviene que los puntos m', n', o', etc., estén equidistantes.

80. Método cuarto. *Por intersecciones de las tangentes con los rádios vectores infinitos.*

Tirando por F una recta cualquiera Fo', corta á la directriz en o' y al lugar geométrico de los piés de las perpendiculares á las tangentes en s; levantando pues en s la recta sc perpendicular á sF, y en o' la o'c á la directriz, la primera será tangente á la curva, y la segunda pasa por el punto de contacto; por consiguiente, el punto c de su comun interseccion, que es el de contacto, será punto de la curva.

Con objeto de que los puntos resulten á una distancia inversamente proporcional á la curvatura, de abreviar las operaciones y evitar errores, conviene despues de establecer las rectas EE' y PP', tomar sobre esta Qr' = pH, determinar el punto t de la interseccion de Fr' con EE', y dividir las partes Qr' y Bt en un mismo número $n + 1$ de partes iguales, siendo n el de puntos que se quieren obtener: los puntos correspondientes de division, tales como s y o', son los de estacion para determinar el respectivo c de la curva.

Este método tiene sobre los dos anteriores, la ventaja de que no es indispensable el instrumento de medir ángulos.

81. Método quinto. *Por medio de la ecuacion de la curva* (fig. 44).

La ecuacion de la curva referida á su eje, y al vértice, es:

$$y^2 = px$$

que da:

$$y = \pm\sqrt{px}$$

en que p es conocido (73 y 74).

Digitized by Google

Dando á x un valor cualquiera Bo, y poniéndolo en la ecuacion anterior, se obtienen para y dos valores iguales y de signo contrario; y levantando en o la perpendicular aa_1 al eje y tomando á partir de o las magnitudes oa y oa_1 iguales al valor obtenido para y, se tienen los dos puntos a y a_1 de la curva.

Supongamos que se trate de unir dos alineaciones que forman el ángulo de 37°..34' por medio de una parábola tangente á ellas en puntos distantes 134^m de su encuentro.

Las fórmulas (66) y (67) dan:

$$\overline{A\,B} = \overline{B\,p} = 63^m,432$$

$$p = 29^m,349$$

y haciendo sucesivamente $x = 10, 20, 30$, etc., resulta:

$$\text{para } x' = 10 \ldots\ y' = \pm 17^m,131$$

$$x'' = 20 \ldots\ y'' = \pm 24,228$$

$$x''' = 30 \ldots\ y''' = \pm 29,672$$

$$= 40 \ldots\ = \pm 34,263$$

$$= 50 \ldots\ = \pm 38,307$$

$$= 60 \ldots\ = \pm 41,963$$

y construyendo estos valores positivos en la escala de 1 por 1000 se obtienen los puntos a, b, c, d, e y f de la mitad superior de la curva, y los negativos corresponden á la otra mitad.

Cuando las ordenadas son demasiado grandes, como la cr, conviene tirar por el punto anterior b la recta $x_1x'_1$ paralela al eje, y referir á ella las ordenadas y abscisas siguientes: el pun-

Digitized by Google

to c se determinaria en este caso por las distancias br_1 y r_1c, tales que

$$\overline{br_1} = \overline{Br} - \overline{Bq}$$

$$\overline{r_1c} = \overline{rc} - \overline{qb}$$

y análogamente los demas.

82. En lugar de despejar y en la ecuacion de la curva se simplifican los cálculos despejando x, y se tiene:

$$x = \frac{y^2}{p}$$

que da para x un valor positivo por cada otro positivo ó negativo de y: así el punto a' se determina por el valor arbitrario — B 1 de y, y el correspondiente $+1\,a'$ de x, que da la ecuacion anterior.

En el caso del mismo ejemplo anterior se tiene:

para $y' = \pm 5 \ldots$ $x' = 0^m,852$

$y'' = \pm 10 \ldots$ $x'' = 0{,}852 \times 2^2 = 3{,}407$

$y''' = \pm 15 \ldots$ $x''' = 0{,}852 \times 3^2 = 7{,}666$

$= \pm 20 \ldots$ $= 13{,}629$

$= \pm 25 \ldots$ $= 21{,}295$

$= \pm 30 \ldots$ $= 30{,}665$

Tomando con la misma escala B 1, B 2, B 3, etc. para valores negativos de y, y 1—a', 2—b', 3—c', etc. para los de x, se obtienen los puntos a', b', c', etc. de la curva. Del mismo modo y con las mismas coordenadas se construye la otra mitad.

Digitized by Google

Análogamente á lo dicho arriba y por idéntica razon puede tomarse por eje de ordenadas la línea $y'y'_1$.

83. Método sexto. *Por los incrementos de las abscisas correspondientes á incrementos constantes de las ordenadas.*

Tirando por los puntos pares b', d', f', etc. las rectas kk', ll', mm', etc., observaremos que si sobre la abscisa $1\,a'$ se toma $a'k = 2\,b' - 1\,a' = x'' - x'$, y en k se levanta la perpendicular kk' á $1\,k$, y sobre ella se toma kb' y $b'k$ iguales á $2-3 = y''' - y''$, el punto b' es de la curva, y el k' pertenece á la abscisa del siguiente: tirando en k' la $k'l$, tomando en ella $k'c' = y''' - y''$, y $c'l = y^{IV} - y'''$, el punto c' es otro de la curva y el l el pié de la ordenada, y continuando de la misma manera se obtendrán cuantos se deseen, con mucha brevedad.

Como se ve, es muy conveniente para evitar errores en la aplicacion de este método, adoptar para las ordenadas y, incrementos $B-1$, $1-2$, $2-3$, etc. constantes, como se ha hecho en el ejemplo anterior, y calcular los correspondientes $1\,a'$, $a'k$, $k'c'$, etc. de las abscisas. En este caso pueden conocerse los incrementos $1\,a'$, $a'k$. etc. de x sin necesidad de conocer las abscisas y en su lugar deducir estas de aquellos. En efecto, aplicando el cálculo de diferencias á la ecuacion

$$x = \frac{y^2}{p}$$

se tiene:

$$\Delta x = \frac{1}{p}\left[2\,y\,\Delta y + (\Delta y)^2\right] \ldots . (73)$$

$$\Delta^2 x = \frac{2}{p}(\Delta y)^2 \ldots . (74)$$

como Δy es constante, tambien lo es $\Delta^2 x$. Si suponemos, como arriba, $\Delta y = 5$, esta última ecuacion da:

$$\Delta^2 x = \frac{2 \times 5^2}{29{,}349} = 1^m\,,704$$

Digitized by Google

y la (73)

$$\Delta x = 2^{m},555$$

Siendo $1^{m},704$ la diferencia constante entre las primeras diferencias de las abscisas, y $2^{m},555$ la diferencia entre la primera y segunda abscisa, la primera será:

$$2,555 - 1,704 = 0^{m},851$$

la segunda.....$0,851 + 2,555 = 3\ ,406$

la tercera....$3,406 + 2,555 + 1,704 = 7\ ,665$

etc.

cuyo cálculo se dispone de la manera siguiente:

Diferencias segundas.	Diferencias primeras.	Abscisas.	Puntos.
	0,851	0,851	1
	2,555	3,406	2
	4,259	7,665	3
1,704	5,963	13,628	4
	7,667	21,295	5
	9,371	30,666	6
	11,075	41,741	7
	12,779	54,520	8
	etc.	etc.	....

84. Método sétimo. *Por las tangentes* (fig. 45).

Si las tangentes AD y AH, iguales ó desiguales, se dividen en tantas partes iguales entre sí como puntos mas uno se de-

Digitized by Google

sean obtener, y los puntos correspondientes de division 1 y 1', 2 y 2', 3 y 3', etc. se unen por medio de rectas, estas son tangentes á la parábola (Geom.); por consiguiente, la cuestion se reduce á determinar los puntos de tangencia, que pertenecen á la curva, y vamos á demostrar que estos son los puntos medios de la parte de cada una comprendida entre las inmediatamente anterior y posterior.

La tangente 1 — 1' corta á la anterior AD en 1' y á la siguiente 2—2' en a; digo que el punto de tangencia de la 1—1' es el m medio de a—1'. En efecto, tirando por 2' la recta 2'—t paralela al eje, será un diámetro de la curva, y tirando por D la Dm' paralela á 1 — 1', ella será paralela al diámetro conjugado del 2'— t, porque las tangentes en los extremos de una cuerda se cortan sobre un diámetro conjugado del paralelo á la cuerda, y por consiguiente quedará dividida por él en dos partes iguales tm'' y tD (Geom.) y tambien la 1'— a paralela á ella; pero el punto de contacto de una tangente paralela á una cuerda se halla sobre el diámetro conjugado del paralelo á ella; luego m es el punto de tangencia de 1 — 1', y se halla en el punto medio de a1'.

Corolario. Los puntos de tangencia m', m''', etc. de las tangentes impares se hallan sobre los diámetros que pasan por los de interseccion 2', p, etc. de las tangentes pares, y los m'', B, m^{v}, etc. de las pares, sobre los que pasan por los de interseccion de las impares.

Las tangentes se cortan bajo un ángulo muy agudo, principalmente en la inmediacion de las alineaciones, y por consiguiente los puntos de interseccion no quedan bien determinados, ni por lo tanto sus puntos medios; conviene pues fijar estos por su distancia á la alineacion mas próxima. Así, el punto m' de la primera tangente conviene establecerlo por la distancia 1'm', que es igual á $\frac{1}{8}$ de la 1'—1, porque cada tangente está dividida por todas las demás en 8 partes iguales (Geom.); el m'' de la segunda por la distancia 2'm'' igual á $\frac{2}{8}$ de 2'—2, etc.;

Digitized by Google

de modo que llamando

δ la distancia á la alineacion del punto de contacto de la tangente que pasa por el punto de division n,

n' el número de partes en que se dividen las alineaciones y

l la longitud de la tangente comprendida entre las alineaciones, se tendrá en general

$$\delta = \frac{1}{n'} n l \ldots . (75)$$

Si $n' = 8$, como representa la figura, y $3' - 3 = 60^m$, resulta para el punto m''' en que $n = 3$, y $l = 60$

$$\delta = 3' m''' = \frac{1}{8} \times 3 \times 60 = 22^m,50$$

La longitud l puede medirse directamente en el terreno ó calcularse por el conocimiento de la distancia de sus extremos al vértice A y el ángulo α de las alineaciones. En este último caso el triángulo Ahh' da para hh', que suponemos ocupa el lugar n,

$$l = \overline{hh'} = \sqrt{\overline{Ah}^2 + \overline{Ah'}^2 - 2\,\overline{Ah} \times \overline{Ah'} \times \cos.\alpha};$$

pero

$$\overline{Ah} = (n' - n)\,a = n_1 a$$

$$\overline{Ah'} = na'$$

siendo a y a' la misma parte alícuota de AD y AH, y n_1 el complemento de n á n'; luego

$$l = \sqrt{n_1^2\,a^2 + n^2\,a'^2 - 2\,n_1 a\,n\,a' \cos.\alpha} \ldots . (76)$$

Cuando entre los puntos construidos se quiere interponer otro, tal como entre los B y m^{IV}, basta unir el punto medio v de la cuerda con el de encuentro de sus tangentes, y tomar el medio de dv que pertenece á la curva, por ser la subtangente doble de la abscisa.

85. Método octavo. *Por las subtangentes* (fig. 46).

La parábola tiene la propiedad de que la subtangente es

Digitized by Google

doble de la abscisa del punto de contacto, bien esté referida al eje, ó bien al diámetro conjugado del paralelo á la cuerda de los puntos de tangencia; por consiguiente, uniendo entre sí los puntos D y H de tangencia, y el medio p de la cuerda DH con A, este es en general un diámetro, y el punto B medio de Ap pertenece á la curva. La recta mr tirada por B paralela á DH es tambien tangente, porque la tangente en el extremo de un diámetro es paralela á su conjugado; uniendo pues B con H y el punto medio n de BH con m, el punto a medio de mn es tambien de la curva: la recta $m'm''$ paralela á BH da del mismo modo los puntos b y c, y así sucesivamente.

Digitized by Google

TERCERA SECCION.

MEDIOS AUXILIARES.

CAPITULO I.

Descripcion de algunos aparatos que conviene usar en el trazado de las curvas sobre el terreno.

86. En el trazado de las curvas se hace uso de los mismos instrumentos que se emplean en toda operacion topográfica; así la direccion de las líneas se determina con cualquiera de los instrumentos de medir ángulos, y sus longitudes con la cadena ó la cinta; pero como por una parte la instalacion de aquellos exige mucho tiempo, y el error que se comete al efectuarla hace ilusoria la exactitud que de su empleo debiera esperarse, cuando la línea es de corta longitud, y por otra la medicion de las distancias cortas con la cinta ó cadena lleva consigo un error tanto mas grande para la unidad de longitud, cuanto mas corta es la distancia medida, vamos á hacer una ligera descripcion de los aparatos que en este caso conviene emplear.

87. La figura 47 representa el que pudiéramos llamar *compás de plomada*, compuesto de un jalon FG de 1,5 á 2 metros de longitud, provisto de un regaton G, y de una regla HK, de $1^{m},5$ de longitud, unida con él bajo un ángulo recto. Esta regla, que

Digitized by Google

lleva empotrado un nivel N, para colocarla en posicion horizontal, está dividida en decímetros y centímetros, cuyo cero corresponde al eje del jalon, tiene practicada en la parte media una ranura longitudinal en cola de milano, en la cual corre la pieza R de un decímetro de longitud, que sirve de nonius: nueve centímetros de esta pieza están divididos en diez partes, y por tanto el nonius aprecia milímetros, y en la línea de fe está provisto de una anilla, de que pende la plomada P.

Este aparato sirve para determinar en direcciones dadas, puntos que disten de otro una magnitud menor que el brazo KH, y tiene su principal aplicacion en los métodos 13° y 19° (números 65 y 71). Para hacer uso de él, se coloca la línea de fe marcando la distancia *na* (fig. 36), y se fija el regaton en el punto *n* de la alineacion, tal que $mn = Dm$; si se hace girar el aparato al rededor del regaton, conservándose la búrbuja en el medio del nivel, todos los puntos del terreno en que sucesivamente se proyecta la plomada, distan horizontalmente de *n* la magnitud *na*; por consiguiente, si se coloca en *m* el cero de una cadena y se le hace girar al rededor de él, en el momento en que la plomada se proyecte sobre la division que marca la distancia $ma = Dm$, se proyectará sobre el punto *a* de la curva. Tomando despues sobre la prolongacion de *ma*, *am'* y *m'n'* iguales á *Dm*, y colocando en *n'* el regaton y en *m'* el cero de la cadena, el punto en que se proyecta la plomada, cuando coincide con el de division de la cadena, que corresponde á la distancia *Dm*, es el segundo *b* de la curva, y así sucesivamente.

Igual uso se hace de él en el empleo del método 19° y otros análogos.

88. El *baivel* consiste en dos reglas de madera (fig. 48), divididas en decímetros, centímetros y dobles milímetros, articuladas en el extremo *n'* por medio de un pasador tubular, cuyo ángulo puede variarse y medirse por medio del arco HG, fijo invariablemente en el brazo menor, y que se sujeta con el tornillo F en el mayor, al cual está unido el nonius N. Este arco puede no estar dividido ó estarlo solo en la parte comprendida entre 70° y 90°.

Se hace uso de él para trazar líneas que formen con otra un

Digitized by Google

ángulo dado, cuando sobre ellas debe tomarse una magnitud menor que su brazo pequeño, y principalmente en el empleo de los mismos métodos 13° y 19°. Para ello, despues de hacer tomar á las dos reglas el ángulo $Dna = 90° - \frac{1}{2}\gamma$ (fig. 36), se coloca el baivel de modo que el punto n' se proyecte sobre el n del terreno y su canto $n'p'$ sobre la línea nm, y cuando esto se verifique, estando horizontal, el brazo $n'a'$ se proyectará sobre la na, y por consiguiente el punto a', distante de n' lo mismo que a de n, sobre el a de la curva. Tomando sobre ma, am' y $m'n'$ iguales á Dm, colocando el baivel de modo que n' caiga sobre n' del terreno, y el canto $n'p'$ sobre la direccion $n'a$ el mismo punto a' marca el b de la curva, y así sucesivamente.

Si el baivel no tuviese arco dividido, se le haria tomar el ángulo Dna, marcando sobre el brazo menor un punto q' tal, que la distancia $n'q'$ estuviese con na en la misma relacion que el brazo mayor $n'p'$ con nm, y haciéndole girar hasta que la distancia $p'q'$ sea igual á $p'n'$, como es fácil demostrar.

El mismo uso se haria en el caso del método 19° y otros análogos.

Este aparato es de fácil trasporte, acercando ambas reglas lo posible.

89. El *cartabon* (fig. 49), se reduce á dos reglas FG y HK de madera, fijas bajo un ángulo recto por medio de la LM invariablemente ensamblada con ellas: la menor está dividida en decímetros, centímetros y dobles milímetros, cuyo cero corresponde al centro del círculo m', que representa la seccion de un jalon, y á lo largo de ella corre la pieza P, cuyo canto fg sirve de línea de fé, que tiene un agujero a' capaz de dar paso á otro jalon igual, y se fija por medio de la cuña r. Cada regla lleva un nivel N y N' para dar al cartabon la posicion horizontal.

Este aparato abrevia las operaciones cuando sobre una recta debe levantarse una perpendicular de una longitud menor que el brazo pequeño. Supongamos que se emplee, por ejemplo, el método 17° (núm. 69) (fig. 39), y que se trata de levantar en m la ordenada ma: despues de colocar la pieza P de modo que su canto fg coincida con la division correspondiente á la distan-

Digitized by Google

cia *ma*, se aprieta la clavija *r*, y se coloca el cartabon de manera que ambas reglas toquen á un jalon *m'* colocado en el punto *m*, y la mayor tambien al D' de la alineacion *m*D; cuando los niveles acusen la horizontalidad del cartabon, el centro del agujero *a'* se proyecta en el punto *a* de la curva, que se marca con un jalon situado en él. Colocando en seguida la pieza P á la distancia *m'b*, se hace el mismo uso del cartabon para obtener el punto *b* y siguientes.

Para trasportar con facilidad este aparato, se desarma desatornillando los pernos que por medio de abrazaderas unen sus extremos.

CAPITULO II.

TABLAS.

Disposicion y uso de las mismas.

90. Como se ha visto en cuanto queda expuesto, el trazado de las curvas exige el cálculo de los elementos de que en cada método se hace uso; y como este cálculo habrá de hacerse las mas de las veces en el campo, conviene proporcionar medios que los suministren desde luego, ó en el menor tiempo posible, porque durante él quedaria sin ocupacion el personal que acompaña para el trazado. Con este objeto, presentamos á continuacion cuatro tablas señaladas con los números I, II, III y IV, cuya disposicion y uso vamos á exponer.

Tabla I.

91. Presenta las cuatro líneas trigonométricas, *seno*, *senoverso*, *tangente* y *secante*, y las colíneas correspondientes para arcos de 0 á 90°, que tienen la unidad por rádio, y crecen de minuto en minuto.

Digitized by Google

Disposicion de la tabla. Cada página contiene dos líneas y dos colíneas, y está dividida en seis casillas: las laterales corresponden al número de minutos, que juntamente con los de grados que aparecen en el vértice superior de la izquierda y en el inferior de la derecha, componen cada arco. Por ser las líneas de un arco iguales á las colíneas de su complemento, cada columna lleva escrito en su parte superior el nombre de la línea ó colínea á que pertenece, y en la inferior el de la colínea ó línea correspondiente; por esta misma razon, la numeracion de minutos en la columna primera, que con los grados expresados en la parte superior componen el valor del ángulo, sigue el órden natural de arriba á abajo, los valores de sus líneas y colíneas se hallan en las casillas que llevan su nombre en la parte superior, y se extienden de 0 á 45°; y la de la última, que con los grados anotados en su parte inferior expresan el ángulo, sigue el órden natural de abajo arriba, los valores de las líneas y colíneas se hallan en las casillas escritas en la misma parte inferior, y se extienden de 45 á 90°. De aquí resulta, que los ángulos de la numeracion de la izquierda, son complementarios de los de la derecha, contados sobre la misma horizontal.

Los valores de las líneas y colíneas, están expresados con siete cifras decimales, pero solo aparecen de manifiesto las distintas de los ángulos anteriores, y para tenerlas todas, basta colocar á su izquierda las de la anterior mas próxima, que las contenga.

92. *Uso de la tabla.* Da á conocer la línea trigonométrica correspondiente á un ángulo dado, y recíprocamente el ángulo correspondiente á una línea dada.

1.° *Encontrar la línea de un ángulo dado.* Cuando este es menor que 45°, por ejemplo sen. (5°...15'), se hallará en la página que expresa en su parte superior 5 Grad. sobre la horizontal 15' de la casilla de la izquierda, en la columna *seno*, y se encontrará 0,0915016 para la línea pedida. Pero, si hubiese sido cot. (73...4'), cuyo ángulo es mayor de 45°, se buscaria en la página numerada por la parte inferior 73 Grad., en la casilla *cotangente*, sobre la horizontal que corresponde á 4' por la derecha, y se encontrará 0,3044588.

Digitized by Google

Si el ángulo, cuya línea se desea, no se halla en la tabla, por contener una fraccion de minuto, por ejemplo, tang. (5°...15'...7''), no es posible obtenerla exactamente por su medio, porque las líneas trigonométricas no son proporcionales á los ángulos (Trig.); pero como para incrementos muy pequeños de estos, los de las líneas trigonométricas son casi proporcionales á ellos, haremos uso de esta proporcionalidad, seguros de que el error cometido es completamente despreciable. Así en el ejemplo propuesto, la tangente del ángulo de 5°...15'...7'', se compone de la correspondiente en la tabla á 5°...15', mas la parte proporcional á 7'' de la diferencia entre las tangentes de 5°...15' y de 5°...16', que corresponde á la diferencia 1' ó 60'' de estos: para calcular esta parte se tendrá pues, observando que la diferencia entre las tangentes de 5°...15' y de 5° 16' es segun la tabla 0,0002933.

$$1' = 60'' : 0{,}0002933 :: 7'' : x$$

ó teniendo en cuenta el órden de las cifras 2933

$$60'' : 2933 :: 7'' : x = \frac{2933 \times 7''}{60''} = 342$$

y como.....tang. (5°...15') = ...0,0918871

resulta.....tang. (5°...15'...7'') =0,0919213

En el caso anterior hemos sumado las dos partes que componen la línea, porque estas crecen con el arco; pero cuando decrecen creciendo el arco, como sucede en las colíneas, se restarán.

Si se representa por δ la diferencia que dan las tablas para las dos líneas entre que se halla la que se pide, por n el número de segundos del arco propuesto, diferencia entre este y el menor de la tabla, y por d la diferencia positiva ó negativa entre la línea de este y la que se busca, se tendrá en general

$$60'' : \delta :: n : d = \frac{\delta n}{60} \quad \ldots (a)$$

Digitized by Google

que expresa que *la parte que hay que añadir ó quitar de la línea menor de la tabla, para tener la pedida, es igual á* $\frac{1}{60}$ *del producto del número de segundos del ángulo propuesto por la diferencia entre las líneas de los dos arcos entre que se halla aquel.*

Si se observa que $\frac{n}{60}$ representa la fraccion de minuto á que equivale n segundos, y se llama n', se tiene

$$d = \delta n' \ldots . (b)$$

y manifiesta que *el incremento de la línea debido al incremento n' del arco es igual al producto de este por la diferencia de la tabla.*

2.° *Encontrar el ángulo de una línea dada.* Para esto basta recorrer la casilla correspondiente á la línea dada hasta encontrar el número que expresa el valor de esta, ya esté su nombre escrito en la parte superior ó en la inferior: si se halla exactamente en ella, ó se quiere el ángulo aproximado solo á minutos, la misma tabla manifiesta el valor del ángulo por el número de grados de la parte superior y el de minutos de la izquierda, si la casilla expresa el nombre de la línea por encima, ó por el número de grados de la parte inferior y el de minutos de la derecha, si por debajo. Así se halla

$$\text{Angulo}\,(\cos. = 0{,}1374445) = 82°\ldots 6'$$

Cuando el valor de la línea propuesta no se halla exactamente en la tabla, y se desea aproximar el ángulo á segundos ó á una fraccion de minuto, el valor d de las fórmulas (a) y (b), que es la diferencia entre la línea dada y la mas aproximada de la tabla es conocida; basta por consiguiente despejar en ellas n ó n', y dan:

$$n = \frac{60\,d}{\delta} \text{ segundos}$$

ó

$$n' = \frac{d}{\delta} \text{ minutos}$$

Vemos pues que *la fraccion de minuto que hay que añadir ó quitar*

Digitized by Google

del ángulo de la tabla, cuya línea está mas próxima á la propuesta, es igual al cociente de dividir la diferencia entre estas líneas por la de las dos de la tabla entre que se halla. Para tenerla en segundos basta evaluar este quebrado.

Sea 1,4582965 la secante del ángulo que se busca. Por la tabla se observa que la columna en que se halla tiene su nombre por debajo, que se encuentra entre 1,4581120 y 1,4585623, y por consiguiente que el ángulo á que corresponde es mayor que 46°...42′ y menor que 46°...43′; será pues igual á 46°...42′ y un cierto número de segundos ó fraccion de minuto, dado por la fórmula anterior: para aplicarla, la tabla da:

$$d = 1{,}4582965 - 1{,}4581120 = 0{,}0001845$$

$$\delta = 1{,}4585623 - 1{,}4581120 = 0{,}0004503$$

y por consecuencia se tiene:

$$n' = \frac{1845}{4503} = 0',41 = \dot{n} = 25''$$

ó finalmente

$$\text{Angulo}\,(\text{sec.} = 1{,}4582935) = 46°...42',41 = 46°...42'...25''$$

93. Esta tabla es de un uso general é indispensable para la determinacion de los rádios de las curvas, que deben satisfacer á condiciones dadas (números 5 al 49), de los puntos de entrada, medio y salida de toda curva, y de los elementos necesarios para su trazado (3), y solo puede reemplazarse con la que da los logaritmos de estas mismas líneas, que suelen traer todas las tablas de logaritmos, aunque solo para el *seno*, *coseno*, *tangente* y *cotangente*. Se ha preferido la de las líneas naturales, porque en la mayor parte de los casos á que ha de aplicarse en el campo, simplificará las operaciones, por ser casi siempre el rádio un número redondo, y se ha añadido el *senoverso*, *cosenoverso*, *secante* y *cosecante*, porque con ellas se evitarán algunas operaciones y simplificarán otras.

Digitized by Google

Propongámonos aplicarla á la resolucion de los dos problemas siguientes:

1.° *Para una curva de* 2.500 *metros de rádio, que debe unir dos alineaciones que forman entre si un ángulo de* 125°..4', *encontrar*:

1.° *la tangente geométrica*.....(fórmula 1)

2.° *la parte exterior de la secante*.....(2)

3.° *la cuerda de los puntos de tangencia*.....(3)

4.° *la flecha*.....(4)

$$\text{Datos....} R = 2.500$$

$$\alpha = 125°...4'$$

$$\delta = 54°...56'$$

$$\frac{1}{2}\delta = 27°...28'$$

Las tablas dan inmediatamente:

$$\text{tang.}\frac{1}{2}\delta = 0{,}5198278$$

$$\text{sec.}\frac{1}{2}\delta - 1 = 0{,}1270408$$

$$2\ \text{sen.}\frac{1}{2}\delta = 2 \times 0{,}4612325$$

$$\text{sen. ver.}\frac{1}{2}\delta = 0{,}1127207$$

Digitized by Google

y por consiguiente, multiplicando por R, resulta.

$$t = 1299^{m},57$$

$$s = 317\ ,60$$

$$c = 2306\ ,16$$

$$f = 281\ ,80$$

2.° *Determinar el rádio de un círculo que una dos alineaciones* AM *y* AN (fig. 4) *y sea tangente á una recta* BC *de* 276 *metros de longitud, que forma con ellas ángulos* MBC = 124°...6', *y* BCN = 118°...20', *y el ángulo de las mismas.*

El problema se reduce á sustituir en la fórmula (20) por cada letra el valor siguiente

$$d = 276^{m}$$

$$\frac{1}{2}\delta = 62°...3'$$

$$\frac{1}{2}\gamma = 50°...10'$$

y por cot. $\frac{1}{2}\delta$ y cot. $\frac{1}{2}\gamma$ los que da inmediatamente la tabla,

y se tiene:

$$R = \frac{276}{0,5305906 + 0,5962084} = 244^{m}\ ,79$$

y

$$\alpha = 180° - (ABC + ACB) = 62°...26'$$

Tabla II.

94. Presenta calculados los ángulos tangenciales formados por las cuerdas, que partiendo de un punto de la curva, sub-

Digitized by Google

tenden arcos múltiplos de 20 metros, con la tangente en dicho punto, y las longitudes de las cuerdas correspondientes á arcos de 20 y de 40 metros, para rádios variables de 100 á 5.000 metros, únicos elementos necesarios para el empleo del método 9.° Habiendo manifestado al tratar de este el modo de formacion de la tabla, vamos á ocuparnos de su disposicion y uso.

Disposicion. Cada página comprende los mismos elementos, y está dividida en cinco casillas; la primera contiene los puntos de la curva á que se refieren los ángulos tangenciales que aparecen en la misma horizontal, á contar del de estacion exclusive; y las demás aquellos ángulos para los mismos puntos correspondientes á los rádios expresados en su parte superior. En esta se presentan debajo de los rádios las cuerdas de los arcos de 20 metros, que separan cada punto del anterior y del siguiente, y en la parte inferior las que subtenden los arcos de 40 metros, que separan los puntos pares, ambas aproximadas á milímetros. Para los rádios 100m al 500m estos crecen de 10 en 10 metros, del 500m á 1.000m de 20 en 20, de 1.000m á 2.000m de 50 en 50, y de 2.000m á 5.000m de 100 en 100: desde cada estacion pueden determinarse, si algun obstáculo no lo impide, treinta puntos distantes 20 metros, ó quince distantes 40, ó sea una longitud de 600 metros de curva.

Uso. Esta tabla presenta desde luego los elementos de trazado para todo círculo cuyo rádio se halla en ella; ofrece el medio de calcular con facilidad los correspondientes á rádios no comprendidos en la misma, y sirve tambien para determinar el rádio de todo círculo trazado sobre el terreno por puntos equidistantes.

1.° Si el rádio se halla en la tabla, por ejemplo el 2.500, y los puntos han de distar 20 metros, esta ofrece desde luego los ángulos AD1, AD2, AD3, etc. (fig. 32), que son 0°...13',75, 0°...27',50, 0°...41',25, etc., y la longitud 20m de la cuerda, únicos elementos necesarios para el trazado. Si se quiere que los puntos disten arcos de 40m, la misma tabla da los ángulos AD2, AD4, AD6, etc., que tienen por valor 0°...27',50, 0°...55', 1°...22',51, etc., correspondientes á los puntos 2, 4, 6, etc. y la longitud 40m de la cuerda.

Digitized by Google

2.° Si el rádio es tal como de 1.320 metros, que no está en la tabla, observaremos: primero, que, debiendo hallarse entre los 1.300 y 1.350, cuyas cuerdas son sensiblemente iguales entre sí, estas mismas corresponderán al rádio propuesto: segundo, que los ángulos tangenciales para arcos de la misma longitud son recíprocamente proporcionales á los rádios (61), y por consiguiente, comparando el rádio propuesto con otro contenido en la tabla, tal como 1.000, y llamando γ al primer ángulo tangencial que se busca, se tiene:

$$1000 : 1320 : : \gamma : 34',377$$

que da:

$$\gamma = 26',042$$

Los demás ángulos tangenciales se obtienen multiplicando este por 1, 2, 3, etc., por ser proporcionales á los arcos.

3.° Supongamos que se trata de obtener el rádio de la curva que se halla trazada sobre el terreno á que pertenecen los puntos 3, 4 y 5 que distan c metros. La medicion del ángulo 3—4—5 nos da á conocer el ángulo tangencial del punto primero de la curva, por ser igual á la mitad de su suplemento; llamando γ á este ángulo tangencial, c la cuerda que separa dos puntos consecutivos de la curva R, el rádio que se pide, γ' al primer ángulo tangencial de la tabla mas próximo al γ, R' el rádio de la tabla correspondiente á γ', R'' el rádio relativo á γ, si el arco de esta curva fuera de 20^m como la de la tabla, y c'' la cuerda para el arco de 20^m y rádio R'', y observando que los ángulos tangenciales para arcos de una misma longitud son recíprocamente proporcionales á los rádios, se tendrá:

$$R' : R'' :: \gamma : \gamma'$$

por otra parte, los rádios de arcos del mismo ángulo tangencial son proporcionales á sus cuerdas, y por tanto será:

$$R'' : R : : c'' : c$$

Digitized by Google

dividiendo una por otra las proporciones anteriores, dan:

$$R = R' \frac{\gamma' c}{\gamma c''} \ldots (c)$$

En esta expresion todo es conocido excepto c'', porque R' y γ' los da la tabla, y c y γ se han medido en el terreno, y el mismo c'' nos lo da la tabla sin error sensible, tomando por ella el valor de la cuerda correspondiente á R, puesto que á no ser el rádio demasiado pequeño, la mayor diferencia entre dos consecutivas es menor que 5 milímetros.

Si los ángulos γ' y γ son iguales, la expresion anterior se convierte en

$$R = R' \frac{c}{c''} \ldots\ldots (d)$$

y si lo fueran las cuerdas c y c'', sería:

$$R = R' \frac{\gamma'}{\gamma} \ldots\ldots (e)$$

Aplicacion. Encontrar el rádio de una curva trazada por puntos equidistantes 50 metros medidos por la cuerda, siendo el ángulo de dos consecutivas de 174°...32'

Datos..... $c = 50^m$

$$\gamma = \frac{1}{2}(180° - 174°..32') = 2°...44'$$

el ángulo de la tabla mas próximo á este para el arco de 20^m es 2°...43',702 correspondiente al rádio 210; de modo que se tiene:

$$\gamma' = 2°...43'702$$

$$R' = 210$$

$$c'' = 19,992$$

Digitized by Google

y sustituyendo en (c) da:

$$R = 524{,}^{m}\ 25$$

que es el mismo valor que se obtendria por la fórmula (3).

Del mismo modo se hace uso de los ángulos tangenciales del arco de 40 metros correspondientes al primer punto par de la tabla.

Tabla III.

95. Esta tabla contiene calculados todos los elementos necesarios para trazar por cualquiera de los métodos 7°, 12°, 13°, 14°, 15°, 17°, 18° y 19° las curvas circulares de los mismos rádios 100^{m} á 5000^{m}, que la anterior, y puntos distantes 20^{m} sobre la curva. Está dividida en casillas, de las cuales la primera, señalada con el número 1, expresa los rádios, y cada una de las restantes, marcadas de 2 al 16, contiene los elementos de la misma especie para el rádio en cuya horizontal se hallan, aproximados hasta centímetros solamente, por ser inútil mayor aproximacion, cuando al establecer los piquetes ha de cometerse mayor error.

Comparando las fórmulas que encabezan las casillas con las que determinan los elementos necesarios para cada método, se observará que los relativos al método

7° ocupan las casillas 3—7—8

12°..... ..... 6—8—11

13°..... 6—16

14°..... 3—6

15°..... 4—9—10

17°..... 8—11—12—13

18°..... 2—3—5

19°..... 14—15

Digitized by Google

Uso de esta tabla. Por su medio puede trazarse toda curva, cuyo rádio se halle en ella, por cualquiera de los ocho métodos expresados, sin mas cálculo que el de la tangente del arco total necesaria siempre para determinar los puntos de entrada y salida, por puntos distantes 20 metros. Si, por ejemplo, se quisiera construir una curva de 520 metros por el método 17° «*Ordenadas sobre las cuerdas sucesivas*», las coordenadas del primer punto serian 19,^{m} 99 y 0^{m} ,38, (casillas 11 y 8), y las de los siguientes 19^{m} ,98 y 0^{m} ,77 (casillas 12 y 13).

Por la simple inspeccion de la tabla se observa que los incrementos positivos ó negativos que experimentan los elementos para los correspondientes positivos del rádio, son muy pequeños; por esta razon, casi siempre se podrán construir las curvas cuyo rádio no esté en las tablas, sin mas cálculo que el del ángulo 7, que se efectuará como queda dicho (94); pero cuando se quiera mas aproximacion, se obtendrá para los elementos 2, 3, 8, 10, 13, 14, 15 y 16, considerándolos inversamente proporcionales al rádio, y para los 5, 6, 7, 9, 11 y 12, admitiendo que sus incrementos son proporcionales á los del rádio.

Tabla IV.

96. Presenta los desarrollos de los arcos de 0 á 180°, de 0 á 60′, de 0 á 60″, de 0 á 60‴, y de 0′,01 á 1′ para la unidad por rádio; y por su medio puede obtenerse la longitud de un arco conocido su rádio y número de grados; el rádio, conociendo su longitud y grados, y el número de grados, sabiendo su longitud y rádio.

En efecto, la fórmula que expresa la longitud del arco de rádio R y 6 grados es (fórmula 5)

$$l = \frac{2\pi R 6^{\circ}}{360^{\circ}} = 0{,}0174533\ R\ 6^{\circ}$$

ó (fórmula 5_1)

$$l = \lambda R$$

Digitized by Google

que expresa que *la longitud del arco de* 6° y *rádio* R, *es igual á la del mismo arco para el rádio uno*, que da la tabla, *multiplicada por el rádio.*

Aplicacion. 1.° Si $6 = 123°...42'...7''$ y $R = 800$ metros, la tabla da:

arco de $123° = \ldots\ldots$ 2,1467549

de $42' = \ldots\ldots$ 0,0122173

de $7'' = \ldots\ldots$ 0,0000339

$\lambda = \ldots$ 2,1590061

y por consiguiente

$$l = \lambda R = 1.727^{m},20$$

2.° Si $l = 1.658^{m}$, y $6 = 113°...32',45$, la tabla da:

arco de $113° = \ldots\ldots$ 1,9722220

de $32' = \ldots\ldots$ 0,0093084

de $0,'45 = \ldots\ldots$ 0,0000309

$\lambda = \ldots$ 1,9815613

y por consiguiente:

$$R = \frac{l}{\lambda} = 836,^{m}71$$

3.° Si $l = 1360^{m}$ y $R = 2100$ la fórmula (5_1) da.

Digitized by Google

$$\lambda = \frac{l}{R} = \frac{1360}{2100} = 0{,}6476190$$

pero segun la tabla..... 0,6457718 = arco de 38°

Resta.... 0,0018472

0,0017453 = arco de 6′

Resta.... 0,0001019

1018 = arco de 21″

Resta.... 0,0000001 = arco de 1‴

luego $6 = 38°...6'...21''...1'''$

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLA I.

LÍNEAS TRIGONOMÉTRICAS NATURALES.

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,0000000	1,0000000	0,0000000	1,0000000	60
1	0,0002909	0,9997091	0	0	59
2	5818	94182	2	0,9999998	58
3	8727	91273	4	96	57
4	0,0011636	88364	7	93	56
5	14544	85456	0,0000011	89	55
6	17453	82547	15	85	54
7	20362	79638	21	79	53
8	23271	76729	27	73	52
9	26180	73820	34	66	51
10	29089	70911	42	58	50
11	31998	68002	51	49	49
12	34907	65093	61	39	48
13	37815	62185	72	28	47
14	40724	59276	83	17	46
15	43633	56367	95	05	45
16	46542	53458	0,0000108	0,9999892	44
17	49451	50549	122	878	43
18	52360	47640	137	863	42
19	55268	44732	153	847	41
20	58177	41823	169	831	40
21	61086	38914	187	813	39
22	63995	36005	205	795	38
23	66904	33096	224	776	37
24	69813	30187	244	756	36
25	72721	27279	264	736	35
26	75630	24370	286	714	34
27	78539	21461	308	692	33
28	81448	18552	332	668	32
29	84357	15643	356	644	31
30	87265	12735	381	619	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,0000000	Infinita.	1,0000000	Infinita.	60
1	02909	3437,7467	0	3437,7468	59
2	05818	1718,8732	2	1718,8735	58
3	08727	1145,9153	4	1145,9157	57
4	11636	859,43630	7	859,43689	56
5	14544	687,54887	1,0000011	687,54960	55
6	17453	572,95721	15	572,95809	54
7	20362	491,10600	21	491,10702	53
8	23271	429,71757	27	429,71873	52
9	26180	381,97099	34	381,97230	51
10	29089	343,77371	42	343,77516	50
11	31998	312,52137	51	312,52297	49
12	34907	286,47773	61	286,47948	48
13	37816	264,44080	72	264,44269	47
14	40725	245,55198	83	245,55402	46
15	43634	229,18166	95	229,18385	45
16	46542	214,85762	1,0000108	214,85995	44
17	49451	202,21875	122	202,22122	43
18	52360	190,98419	137	190,98680	42
19	55269	180,93220	153	180,93496	41
20	58178	171,88540	169	171,88831	40
21	61087	163,70019	187	163,70325	39
22	63996	156,25908	205	156,26228	38
23	66905	149,46502	224	149,46837	37
24	69814	143,23712	244	143,24061	36
25	72723	137,50745	264	137,51108	35
26	75632	132,21851	286	132,22229	34
27	78541	127,32134	308	127,32526	33
28	81450	122,77396	332	122,77803	32
29	84360	118,54018	356	118,54440	31
30	87269	114,58865	381	114,59301	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,0087265	0,9912735	0,0000384	0,9999619	30
31	90174	09826	407	593	29
32	93083	06917	433	567	28
33	95992	04008	461	539	27
34	98900	01100	489	511	26
35	0,0101809	0,9898191	518	482	25
36	04718	95282	548	452	24
37	07627	92373	579	421	23
38	10535	89465	611	389	22
39	13444	86556	643	357	21
40	16353	83647	677	323	20
41	19261	80739	711	289	19
42	22170	77830	746	254	18
43	25079	74921	782	218	17
44	27987	72013	819	181	16
45	30896	69104	857	143	15
46	33805	66195	895	105	14
47	36713	63287	935	065	13
48	39622	60378	975	025	12
49	42530	57470	0,0001016	0,9998984	11
50	45439	54561	058	942	10
51	48348	51652	100	900	9
52	51256	48744	144	856	8
53	54165	45835	188	812	7
54	57073	42927	234	766	6
55	59982	40018	280	720	5
56	62890	37110	327	673	4
57	65799	34201	375	625	3
58	68707	31293	423	577	2
59	71616	28384	473	527	1
60	74524	25476	523	477	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,0087269	114,58865	1,0000381	114,59301	30
31	90178	110,89205	407	110,89656	29
32	93087	107,42648	433	107,43114	28
33	95996	104,17094	461	104,17574	27
34	98905	101,10690	489	104,11185	26
35	0,0101814	98,217943	518	98,223033	25
36	04724	95,489475	548	95,494711	24
37	07633	92,908487	579	92,913869	23
38	10542	90,463336	611	90,468863	22
39	13451	88,143572	644	88,149244	21
40	16361	85,939791	677	85,945609	20
41	19270	83,843507	711	83,849470	19
42	22179	81,847041	746	81,853150	18
43	25088	79,943430	782	79,949684	17
44	27998	78,126342	819	78,132742	16
45	30907	76,390069	857	76,396554	15
46	33817	74,729165	895	74,735856	14
47	36726	73,138991	935	73,145827	13
48	39635	71,615070	975	71,622852	12
49	42545	70,153346	1,0001016	70,160474	11
50	45454	68,750087	058	68,757360	10
51	48364	67,401854	101	67,409272	9
52	51273	66,105473	144	66,113036	8
53	54183	64,858008	189	64,865716	7
54	57093	63,656741	234	63,664595	6
55	60002	62,499154	280	62,507153	5
56	62912	61,382905	327	61,391050	4
57	65821	60,305820	375	60,314110	3
58	68731	59,265872	423	59,274308	2
59	71641	58,261174	473	58,269755	1
60	74551	57,289962	523	57,298688	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,0174524	0,9825476	0,0001523	0,9998477	60
1	77432	22568	574	426	59
2	80341	19659	626	374	58
3	83249	16751	679	321	57
4	86158	13842	733	267	56
5	89066	10934	787	213	55
6	91974	08026	843	157	54
7	94883	05117	899	101	53
8	97791	02209	956	044	52
9	0,0200699	0,9799301	0,0002014	0,9997986	51
10	03608	96392	073	927	50
11	06516	93484	133	867	49
12	09424	90576	193	807	48
13	12332	87668	255	745	47
14	15241	84759	317	683	46
15	18149	81851	380	620	45
16	21057	78943	444	556	44
17	23965	76035	508	492	43
18	26873	73127	574	426	42
19	29781	70219	640	360	41
20	32690	67310	708	292	40
21	35598	64402	776	224	39
22	38506	61494	844	156	38
23	41414	58586	914	086	37
24	44322	55678	985	015	36
25	47230	52770	0,0003057	0,9996943	35
26	50138	49862	129	871	34
27	53046	46954	202	798	33
28	55954	44046	276	724	32
29	58862	41138	351	649	31
30	61769	38231	427	573	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,0174551	57,289962	1,0001523	57,298688	60
1	77460	56,350590	574	56,359462	59
2	80370	55,441517	627	55,450534	58
3	83280	54,561300	679	54,570464	57
4	86190	53,708587	733	53,717896	56
5	89100	52,882109	788	52,891564	55
6	92010	52,080673	843	52,090272	54
7	94920	51,303157	900	51,312902	53
8	97830	50,548506	957	50,558396	52
9	0,0200740	49,815726	1,0002015	49,825762	51
10	03650	49,103881	073	49,114062	50
11	06560	48,412084	133	48,422441	49
12	09470	47,739501	194	47,749974	48
13	12380	47,085343	255	47,095961	47
14	15291	46,448862	317	46,459625	46
15	18201	45,829351	380	45,840260	45
16	21111	45,226141	444	45,237195	44
17	24021	44,638596	509	44,649795	43
18	26932	44,066113	575	44,077458	42
19	29842	43,508122	641	43,519612	41
20	32753	42,964077	708	42,975713	40
21	35663	42,433464	776	42,445245	39
22	38574	41,915790	845	41,927717	38
23	41484	41,410588	915	41,422660	37
24	44395	40,917412	986	40,929630	36
25	47305	40,435837	1,0003058	40,448201	35
26	50216	39,965460	130	39,977969	34
27	53127	39,505895	203	39,518549	33
28	56038	39,056771	277	39,069571	32
29	58948	38,617738	352	38,630683	31
30	61859	38,188459	428	38,201550	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	'
30	0,0261769	0,9738231	0,0003427	0,9996573	30
31	64677	35323	503	497	29
32	67585	32415	581	419	28
33	70493	29507	659	341	27
34	73401	26599	738	262	26
35	76309	23691	818	182	25
36	79216	20784	899	101	24
37	82124	17876	980	020	23
38	85032	14968	0,0004063	0,9995937	22
39	87940	12060	146	854	21
40	90847	09153	230	770	20
41	93755	06245	316	684	19
42	96662	03338	401	599	18
43	99570	00430	488	512	17
44	0,0302478	0,9697522	576	424	16
45	05385	94615	664	336	15
46	08293	91707	753	247	14
47	11200	88800	843	157	13
48	14108	85892	934	066	12
49	17015	82985	0,0005026	0,9994974	11
50	19922	80078	119	881	10
51	22830	77170	212	788	9
52	25737	74263	307	693	8
53	28644	71356	402	598	7
54	31552	68448	498	502	6
55	34459	65541	595	405	5
56	37366	62634	692	308	4
57	40274	59726	791	209	3
58	43181	56819	890	110	2
59	46088	53912	991	009	1
60	48995	51005	0,0006092	0,9993908	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,0261859	38,188459	1,0003428	38,201550	30
31	64770	37,768613	505	37,781849	29
32	67681	37,357892	582	37,371273	28
33	70592	36,956001	660	36,969528	27
34	73503	36,562659	739	36,576332	26
35	76414	36,177596	820	36,191414	25
36	79325	35,800553	900	35,814517	24
37	82236	35,431282	982	35,445391	23
38	85148	35,069546	1,0004065	35,083800	22
39	88059	34,715115	148	34,729515	21
40	90970	34,367771	232	34,382316	20
41	93882	34,027303	317	34,041994	19
42	96793	33,693509	403	33,708345	18
43	99705	33,366194	490	33,381176	17
44	0,0302616	33,045173	578	33,060300	16
45	05528	32,730264	666	32,745537	15
46	08439	32,421295	756	32,436713	14
47	11351	32,118099	846	32,133663	13
48	14263	31,820516	937	31,836225	12
49	17174	31,528392	1,0005029	31,544246	11
50	20086	31,241577	121	31,257577	10
51	22998	30,959928	215	30,976074	9
52	25910	30,683307	309	30,699598	8
53	28822	30,411580	405	30,428047	7
54	31734	30,144619	501	30,161201	6
55	34646	29,882299	598	29,899026	5
56	37558	29,624499	696	29,641373	4
57	40471	29,371106	794	29,388124	3
58	43383	29,122005	894	29,139169	2
59	46295	28,877089	994	28,894398	1
60	49208	28,636253	1,0006095	28,653708	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,0348995	0,9651005	0,0006092	0,9993908	60
1	51902	48098	194	806	59
2	54809	45191	296	704	58
3	57716	42284	400	600	57
4	60623	39377	505	495	56
5	63530	36470	610	390	55
6	66437	33563	716	284	54
7	69344	30656	823	177	53
8	72251	27749	931	069	52
9	75158	24842	0,0007040	0,9992960	51
10	78065	21935	149	851	50
11	80971	19029	260	740	49
12	83878	16122	374	629	48
13	86785	13215	483	517	47
14	89692	10308	596	404	46
15	92598	07402	710	290	45
16	95505	04495	824	176	44
17	98411	01589	940	060	43
18	0,0401318	0,9598682	0,0008056	0,9991944	42
19	04224	95776	173	827	41
20	07131	92869	291	709	40
21	10037	89963	410	590	39
22	12944	87056	530	470	38
23	15850	84150	650	350	37
24	18757	81243	772	228	36
25	21663	78337	894	106	35
26	24569	75431	0,0009017	0,9990983	34
27	27475	72525	141	859	33
28	30382	69618	266	734	32
29	33288	66712	394	609	31
30	36194	63806	518	482	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	'
0	0,0349208	28,636253	1,0006095	28,653708	60
1	52120	399397	198	416997	59
2	55033	166422	300	184468	58
3	57945	27,937233	404	27,955125	57
4	60858	711740	509	729777	56
5	63771	489853	614	508035	55
6	66683	271486	721	289814	54
7	69596	056557	828	075030	53
8	72509	26,844984	936	26,863603	52
9	75422	636690	1,0007045	655455	51
10	78335	431600	154	450510	50
11	81248	229638	265	248694	49
12	84161	030736	376	049937	48
13	87074	25,834823	489	25,854169	47
14	89988	641832	602	661324	46
15	92901	451700	716	471337	45
16	95814	264361	830	284444	44
17	98728	079757	946	099685	43
18	0,0401641	24,897826	1,0008063	24,917900	42
19	04555	718512	180	738734	41
20	07469	541758	298	562123	40
21	10383	367509	417	388020	39
22	13296	195714	537	216370	38
23	16210	026320	658	047121	37
24	19124	23,859277	779	23,880224	36
25	22038	694537	902	715630	35
26	24952	532032	1,0009025	553294	34
27	27866	371777	149	393161	33
28	30781	213666	274	235196	32
29	33695	057677	400	079351	31
30	36609	22,903766	527	22,925586	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,0436194	0,9563806	0,0009518	0,9990482	30
31	39100	60900	645	355	29
32	42006	57994	773	227	28
33	44912	55088	902	098	27
34	47818	52182	0,0010032	0,9989968	26
35	50724	49276	163	837	25
36	53630	46370	294	706	24
37	56536	43464	427	573	23
38	59442	40558	560	440	22
39	62347	37653	694	306	21
40	65253	34747	829	171	20
41	68159	31841	965	035	19
42	71065	28935	0,0011101	0,9988899	18
43	73970	26030	239	761	17
44	76876	23124	377	623	16
45	79781	20219	516	484	15
46	82687	17313	656	344	14
47	85592	14408	797	203	13
48	88498	11502	939	061	12
49	91403	08597	0,0012081	0,9987919	11
50	94308	05692	225	775	10
51	97214	02786	369	631	9
52	0,0500119	0,9499881	514	486	8
53	03024	96976	660	340	7
54	05929	94071	806	194	6
55	08835	91165	954	046	5
56	11740	88260	0,0013102	0,9986898	4
57	14645	85355	252	748	3
58	17550	82450	402	598	2
59	20455	79545	553	447	1
60	23360	76640	705	295	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,0436609	22,903766	1,0009527	22,925586	30
31	39524	751892	654	773857	29
32	42438	602015	783	624126	28
33	45353	454096	912	476353	27
34	48268	308097	1,0010042	330499	26
35	51183	163980	173	186528	25
36	54097	021710	305	044403	24
37	57012	21,881251	438	21,904090	23
38	59927	742569	571	765553	22
39	62842	605630	705	628759	21
40	65757	470401	841	493676	20
41	68673	336851	977	360272	19
42	71588	204949	1,0011114	228515	18
43	74503	074664	251	098376	17
44	77419	20,945966	390	20,969824	16
45	80334	818828	529	842830	15
46	83250	693220	670	717368	14
47	86166	569115	811	593409	13
48	89082	446486	953	470926	12
49	91997	325308	1,0012096	349893	11
50	94913	205553	239	230284	10
51	97829	087199	384	112075	9
52	0,0500746	19,970219	529	19,995241	8
53	03662	854591	676	879758	7
54	06578	740291	823	765604	6
55	09495	627296	971	652754	5
56	12411	515584	1,0013120	541187	4
57	15328	405133	269	430882	3
58	18244	295922	420	321816	2
59	21161	187930	571	213970	1
60	24078	081137	723	107323	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

87 Grad.

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	'
0	0,0523360	0,9476640	0,0018705	0,9986295	60
1	26264	73736	857	143	59
2	29169	70831	0,0019011	0,9985989	58
3	32074	67926	165	835	57
4	34979	65021	320	680	56
5	37883	62117	476	524	55
6	40788	59212	633	367	54
7	43693	56307	791	209	53
8	46597	53403	950	050	52
9	49502	50498	0,0045109	0,9984891	51
10	52406	47594	269	731	50
11	55311	44689	430	570	49
12	58215	41785	592	408	48
13	61119	38881	755	245	47
14	64024	35976	919	081	46
15	66928	33072	0,0026083	0,9983917	45
16	69832	30168	249	751	44
17	72736	27264	415	585	43
18	75640	24360	582	418	42
19	78544	21456	750	250	41
20	81448	18552	918	082	40
21	84352	15648	0,0037088	0,9982912	39
22	87256	12744	258	742	38
23	90160	09840	430	570	37
24	93064	06936	602	398	36
25	95967	04033	775	225	35
26	98871	01129	948	052	34
27	0,0601775	0,9398225	0,0048123	0,9981877	33
28	04678	95322	299	701	32
29	07582	92418	475	525	31
30	10485	89515	652	348	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,0524078	19,081137	1,0013723	19,107323	60
1	26995	18,975523	877	001854	59
2	29912	871068	1,0014030	18,897545	58
3	32829	767754	185	794377	57
4	35746	665562	341	692330	56
5	38663	564473	497	591387	55
6	41581	464471	655	491530	54
7	44498	365537	813	392742	53
8	47416	267654	972	295005	52
9	50333	170807	1,0015132	198303	51
10	53251	074977	293	102619	50
11	56169	17,980150	454	007937	49
12	59087	886340	617	17,914243	48
13	62005	793442	780	821520	47
14	64923	701529	944	729753	46
15	67841	610559	1,0016109	638928	45
16	70759	520516	275	549030	44
17	73678	431385	442	460046	43
18	76596	343155	609	371960	42
19	79515	255809	778	284761	41
20	82434	169337	947	198434	40
21	85352	083724	1,0017117	112966	39
22	88271	16,998957	288	028346	38
23	91190	915025	460	16,944559	37
24	94109	831915	633	861594	36
25	97029	749614	806	779439	35
26	99948	668112	981	698082	34
27	0,0602867	587396	1,0018156	617512	33
28	05787	507456	332	537717	32
29	08706	428279	509	458686	31
30	11626	349855	687	380408	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,0610485	0,9389515	0,0018652	0,9981348	30
31	13389	86611	830	170	29
32	16292	83708	0,0019009	0,9980991	28
33	19196	80804	189	811	27
34	22099	77901	369	631	26
35	25002	74998	550	450	25
36	27905	72095	733	267	24
37	30808	69192	916	084	23
38	33711	66289	0,0020100	0,9979900	22
39	36614	63386	284	716	21
40	39517	60483	470	530	20
41	42420	57580	657	343	19
42	45323	54677	844	156	18
43	48226	51774	0,0021032	0,9978968	17
44	51129	48871	221	779	16
45	54031	45969	411	589	15
46	56934	43066	601	399	14
47	59836	40164	793	207	13
48	62739	37261	985	015	12
49	65641	34359	0,0022179	0,9977821	11
50	68544	31456	373	627	10
51	71446	28554	567	433	9
52	74349	25651	763	237	8
53	77251	22749	960	040	7
54	80153	19847	0,0023157	0,9976843	6
55	83055	16945	355	645	5
56	85957	14043	555	445	4
57	88859	11141	755	245	3
58	91761	08239	955	045	2
59	94663	05337	0,0024157	0,9975843	1
60	97565	02435	359	641	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,0644626	16,349855	1,0018687	16,380408	30
31	44546	272174	866	302873	29
32	47466	195225	1,0019045	226069	28
33	20386	118998	225	149987	27
34	23306	043482	407	074617	26
35	26226	15,968667	589	15,999948	25
36	29147	894545	772	925971	24
37	32067	821105	956	852676	23
38	34988	748337	1,0020140	780054	22
39	37908	676233	326	708096	21
40	40829	604784	512	636793	20
41	43750	533981	699	566135	19
42	46671	463814	887	496114	18
43	49592	394276	1,0021076	426721	17
44	52513	325358	266	357949	16
45	55435	257052	457	289788	15
46	58356	189349	648	222231	14
47	61278	122242	841	155270	13
48	64199	055723	1,0022034	088896	12
49	67121	14,989784	228	023103	11
50	70043	924417	423	14,957882	10
51	72965	859616	618	893226	9
52	75887	795372	815	829128	8
53	78809	731679	1,0023013	765580	7
54	81732	668529	211	702576	6
55	84654	605916	410	640109	5
56	87577	543833	610	578172	4
57	90499	482273	811	516757	3
58	93422	421230	1,0024013	455859	2
59	96345	360696	216	395471	1
60	99268	300666	419	335587	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,0697565	0,9302435	0,0024359	0,9975641	60
1	0,0700467	0,9299533	4563	5437	59
2	03388	96632	4767	5233	58
3	06270	93730	4972	5028	57
4	09171	90829	5178	4822	56
5	12073	87927	5385	4615	55
6	14974	85026	5592	4408	54
7	17876	82124	5801	4199	53
8	20777	79223	6010	3990	52
9	23678	76322	6220	3780	51
10	26580	73420	6431	3569	50
11	29481	70519	6643	3357	49
12	32382	67618	6855	3145	48
13	35283	64717	7069	2931	47
14	38184	61816	7283	2717	46
15	41085	58915	7498	2502	45
16	43986	56014	7714	2286	44
17	46887	53113	7931	2069	43
18	49787	50213	8149	1851	42
19	52688	47312	8367	1633	41
20	55589	44411	8587	1413	40
21	58489	41511	8807	1193	39
22	61390	38610	9028	0927	38
23	64290	35710	9250	0750	37
24	67190	32810	9472	0528	36
25	70091	29909	9696	0304	35
26	72991	27009	9920	0080	34
27	75891	24109	0,0030146	0,9969854	33
28	78791	21209	0372	9628	32
29	81691	18309	0599	9401	31
30	84591	15409	0827	9173	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,0699268	14,300666	1,0024419	14,335587	60
1	0,0702194	241134	4623	276200	59
2	05115	182092	4829	217304	58
3	08038	123536	5035	158894	57
4	10961	065459	5241	100963	56
5	13885	007856	5449	043504	55
6	16809	13,950719	5658	13,986514	54
7	19733	894045	5867	929985	53
8	22657	837827	6078	873943	52
9	25581	782060	6289	818291	51
10	28505	726738	6504	763115	50
11	31430	671856	6714	708379	49
12	34354	617409	6928	654077	48
13	37279	563391	7142	600205	47
14	40203	509799	7358	546758	46
15	43128	456625	7574	493731	45
16	46053	403867	7791	441118	44
17	48979	351518	8009	388914	43
18	51904	299574	8228	337116	42
19	54829	248031	8448	285719	41
20	57755	196883	8669	234717	40
21	60680	146127	8890	184106	39
22	63606	095757	9112	133882	38
23	66532	045769	9336	080404	37
24	69458	12,996160	9560	034576	36
25	72384	946924	9785	12,985486	35
26	75311	898058	1,0030010	936765	34
27	78237	849557	0237	888410	33
28	81164	801417	0464	840416	32
29	84090	753634	0693	792779	31
30	87017	706205	0922	745495	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,0784591	0,9215409	0,0030827	0,9969173	30
31	87491	12509	1055	8945	29
32	90391	09609	1285	8715	28
33	93290	06710	1515	8485	27
34	96190	03810	1746	8254	26
35	99090	00910	1978	8022	25
36	0,0801989	0,9198011	2211	7789	24
37	04889	95111	2445	7555	23
38	07788	92212	2679	7321	22
39	10687	89313	2915	7085	21
40	13587	86413	3151	6849	20
41	16486	83514	3388	6612	19
42	19385	80615	3626	6374	18
43	22284	77716	3865	6135	17
44	25183	74817	4105	5895	16
45	28082	71918	4345	5655	15
46	30981	69019	4586	5414	14
47	33880	66120	4828	5172	13
48	36778	63222	5071	4929	12
49	39677	60323	5315	4685	11
50	42576	57424	5560	4440	10
51	45474	54526	5805	4195	9
52	48373	51627	6052	3948	8
53	51271	48729	6299	3701	7
54	54169	45831	6547	3453	6
55	57067	42933	6796	3204	5
56	59966	40034	7046	2954	4
57	62864	37136	7296	2704	3
58	65762	34238	7548	2452	2
59	68660	31340	7800	2200	1
60	71557	28443	8053	1947	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,0787017	12,706205	1,0030922	12,745495	30
31	89944	659125	1152	698560	29
32	92871	612390	1383	651971	28
33	95798	565997	1615	605724	27
34	98726	519942	1847	559815	26
35	0,0801653	474221	2081	514240	25
36	04581	428831	2315	468995	24
37	07509	383768	2551	424078	23
38	10437	339028	2787	379484	22
39	13365	294609	3024	335210	21
40	16293	250505	3261	291252	20
41	19221	206716	3500	247608	19
42	22150	163236	3740	204274	18
43	25078	120062	3980	161246	17
44	28007	077192	4221	118522	16
45	30936	034622	4463	076098	15
46	33865	11,992349	4706	033970	14
47	36794	950370	4950	11,992137	13
48	39723	908682	5195	950595	12
49	42653	867282	5440	909340	11
50	45583	826167	5687	868370	10
51	48512	785333	5934	827683	9
52	51442	744779	6182	787274	8
53	54372	704500	6431	747141	7
54	57302	664495	6681	707282	6
55	60233	624761	6932	667693	5
56	63163	585294	7183	628372	4
57	66094	546093	7436	589316	3
58	69025	507154	7689	550523	2
59	71956	468474	7943	511990	1
60	74887	430052	8198	473713	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

85 Grad.

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,0871557	0,9128443	0,0038053	0,9961947	60
1	74455	25545	8307	1693	59
2	77353	22647	8562	1438	58
3	80251	19749	8817	1183	57
4	83148	16852	9074	0926	56
5	86046	13954	9331	0669	55
6	88943	11057	9589	0411	54
7	91840	08160	9848	0152	53
8	94738	05262	0,0040108	0,9959892	52
9	97635	02365	0369	9631	51
10	0,0900532	0,9099468	0630	9370	50
11	03429	96571	0893	9107	49
12	06326	93674	1156	8844	48
13	09223	90777	1420	8580	47
14	12119	87881	1685	8315	46
15	15016	84984	1951	8049	45
16	17913	82087	2217	7783	44
17	20809	79191	2485	7515	43
18	23706	76294	2753	7247	42
19	26602	73398	3022	6978	41
20	29499	70501	3292	6708	40
21	32395	67605	3563	6437	39
22	35291	64709	3835	6165	38
23	38187	61813	4107	5893	37
24	41083	58917	4380	5620	36
25	43979	56021	4655	5345	35
26	46875	53125	4930	5070	34
27	49771	50229	5205	4795	33
28	52666	47334	5482	4518	32
29	55562	44438	5760	4240	31
30	58458	41542	6038	3962	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,0874887	11,430052	1,0038198	11,473713	60
1	77818	391885	8454	435692	59
2	80749	353970	8711	397922	58
3	83681	316304	8969	360402	57
4	86612	278885	9227	323129	56
5	89544	241712	9486	286101	55
6	92476	204780	9747	249316	54
7	95408	168089	1,0040008	212770	53
8	98341	131635	0270	176462	52
9	0,0901273	095416	0533	140389	51
10	04206	059431	0796	104549	50
11	07138	023676	1061	068940	49
12	10071	10,988150	1326	033560	48
13	13004	952850	1592	10,998406	47
14	15938	917775	1859	963476	46
15	18871	882921	2127	928768	45
16	21804	848288	2396	894281	44
17	24738	813872	2666	860014	43
18	27672	779673	2937	825957	42
19	30606	745687	3208	792117	41
20	33540	711913	3480	758488	40
21	36474	678348	3753	725070	39
22	39409	644992	4028	691859	38
23	42344	611841	4302	658854	37
24	45278	578895	4578	626054	36
25	48213	546151	4855	593455	35
26	51148	513607	5132	561057	34
27	54084	481261	5411	528857	33
28	57019	449112	5690	496854	32
29	59955	417158	5970	465046	31
30	62890	385397	6251	433431	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

84 Grad.

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,0958458	0,9041542	0,0046038	0,9953962	30
31	61353	38647	6317	3683	29
32	64248	35752	6597	3403	28
33	67144	32856	6878	3122	27
34	70039	29961	7160	2840	26
35	72934	27066	7443	2557	25
36	75829	24171	7726	2274	24
37	78724	21276	8010	1990	23
38	81619	18381	8295	1705	22
39	84514	15486	8581	1419	21
40	87408	12592	8868	1132	20
41	90303	09697	9156	0844	19
42	93197	06803	9444	0556	18
43	96092	03908	9734	0266	17
44	98986	01014	0,0050024	0,9949976	16
45	0,1001881	0,8998119	0315	9685	15
46	04775	95225	0607	9393	14
47	07669	92331	0899	9101	13
48	10563	89437	1193	8807	12
49	13457	86543	1487	8513	11
50	16351	83649	1783	8217	10
51	19245	80755	2079	7921	9
52	22138	77862	2375	7625	8
53	25032	74968	2673	7327	7
54	27925	72075	2972	7028	6
55	30819	69181	3271	6729	5
56	33712	66288	3572	6428	4
57	36605	63395	3873	6127	3
58	39499	60501	4175	5825	2
59	42392	57608	4477	5523	1
60	45285	54715	4781	5219	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,0962890	10,385397	1,0046251	10,433434	30
31	65826	353827	6533	402007	29
32	68763	322447	6815	370772	28
33	71699	291255	7099	339726	27
34	74635	260249	7383	308866	26
35	77572	229428	7669	278190	25
36	80509	198789	7955	247697	24
37	83446	168332	8242	217386	23
38	86383	138054	8530	187254	22
39	89320	107954	8819	157300	21
40	92257	078034	9108	127522	20
41	95194	048283	9399	097920	19
42	98133	018708	9690	068491	18
43	0,1001071	9,9893050	9982	039234	17
44	04009	9600724	1,0050275	010147	16
45	06947	9310088	0569	9,9812291	15
46	09886	9021125	0864	9524787	14
47	12824	8733823	1160	9238943	13
48	15763	8448166	1456	8954744	12
49	18702	8164140	1754	8672176	11
50	21641	7881732	2052	8391227	10
51	24580	7600927	2351	8111880	9
52	27520	7321713	2651	7834124	8
53	30460	7044075	2952	7557944	7
54	33399	6768000	3254	7283327	6
55	36340	6493475	3557	7010260	5
56	39280	6220486	3860	6738730	4
57	42220	5949022	4164	6468724	3
58	45161	5679068	4470	6200229	2
59	48101	5410613	4776	5933233	1
60	51042	5143645	5083	5667722	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Sene.	Cosenoverso.	Senoverso.	Cosene.	
0	0,1045285	0,8954715	0,0054781	0,9945219	60
1	48178	51822	5086	4914	59
2	51070	48930	5391	4609	58
3	53963	46037	5697	4303	57
4	56856	43144	6004	3996	56
5	59748	40252	6312	3688	55
6	62641	37359	6621	3379	54
7	65533	34467	6930	3070	53
8	68425	31575	7240	2760	52
9	71318	28682	7552	2448	51
10	74210	25790	7864	2136	50
11	77102	22898	8177	1823	49
12	79994	20006	8490	1510	48
13	82885	17115	8805	1195	47
14	85777	14223	9120	0880	46
15	88669	11331	9437	0563	45
16	91560	08440	9754	0246	44
17	94452	05548	0,0060072	0,9939928	43
18	97343	02657	0390	9610	42
19	0,1100234	0,8899766	0710	9290	41
20	03126	96874	1031	8969	40
21	06017	93983	1352	8648	39
22	08908	91092	1674	8326	38
23	11799	88201	1997	8003	37
24	14689	85311	2321	7679	36
25	17580	82420	2645	7355	35
26	20471	79529	2971	7029	34
27	23361	76639	3297	6703	33
28	26252	73748	3625	6375	32
29	29142	70858	3953	6047	31
30	32032	67968	4281	5719	30
	Cosene.	Senoverso.	Cosenoverso.	Sene.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	'
0	0,1051042	9,5143645	1,0055083	9,5667722	60
1	53983	9,4878149	5391	403686	59
2	56925	644116	5699	141110	58
3	59866	351531	6009	9,4879984	57
4	62808	090384	6319	620296	56
5	65750	9,3830663	6631	362033	55
6	68692	572355	6943	105184	54
7	71634	315450	7256	9,3849738	53
8	74576	059936	7570	595682	52
9	77519	9,2805802	7885	343006	51
10	80462	553035	8200	091699	50
11	83405	301627	8517	9,2841749	49
12	86348	051564	8834	593445	48
13	89291	9,1802838	9153	345877	47
14	92234	555436	9472	099934	46
15	95178	309348	9792	9,1855305	45
16	98122	064561	1,0060113	611980	44
17	0,1101066	9,0821074	0435	369949	43
18	04010	578867	0757	129200	42
19	06955	337933	1081	9,0889725	41
20	09899	098261	1405	651312	40
21	12844	8,9859843	1731	414553	39
22	15789	622668	2057	178837	38
23	18734	386726	2384	8,9944354	37
24	21680	152009	2712	711095	36
25	24625	8,8918505	3040	479051	35
26	27571	686206	3370	248211	34
27	30517	455103	3701	018567	33
28	33463	225186	4032	8,8790109	32
29	36410	8,7996446	4364	562828	31
30	39356	768874	4697	336715	30
'	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosnoverso.	Senoverso.	Cosno.	
30	0,1132032	0,8867968	0,0064284	0,9935719	30
31	34922	65078	4611	5389	29
32	37812	62188	4942	5058	28
33	40702	59298	5273	4727	27
34	43592	56408	5605	4395	26
35	46482	53518	5938	4062	25
36	49372	50628	6272	3728	24
37	52261	47739	6607	3393	23
38	55151	44849	6943	3057	22
39	58040	41960	7279	2721	21
40	60929	39071	7616	2384	20
41	63818	36182	7955	2045	19
42	66707	33293	8294	1706	18
43	69596	30404	8633	1367	17
44	72485	27515	8974	1026	16
45	75374	24626	9315	0685	15
46	78263	21737	9658	0342	14
47	81151	18849	0,0070001	0,9929999	13
48	84040	15960	0345	9655	12
49	86928	13072	0690	9310	11
50	89816	10184	1035	8965	10
51	92704	07296	1382	8618	9
52	95593	04407	1729	8271	8
53	98481	01519	2078	7922	7
54	0,1201368	0,8798632	2427	7573	6
55	04256	95744	2776	7224	5
56	07141	92856	3127	6873	4
57	10031	89969	3479	6521	3
58	12919	87081	3831	6169	2
59	15806	84194	4184	5816	1
60	18693	81307	4538	5462	0
'	Cosno.	Senoverso.	Cosnoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,4139856	8,7768874	1,0064697	8,8336715	30
31	42303	542461	5031	111761	29
32	45250	317198	5366	8,7887957	28
33	48197	093077	5702	665295	27
34	51144	8,6870088	6039	443766	26
35	54092	648223	6376	223361	25
36	57039	427475	6714	004071	24
37	59987	207833	7054	8,6785889	23
38	62936	8,5989290	7394	568805	22
39	65884	771838	7735	352812	21
40	68832	555468	8077	137901	20
41	71781	340172	8419	8,5924065	19
42	74730	125943	8763	711295	18
43	77679	8,4912772	9108	499584	17
44	80628	700651	9453	288923	16
45	83578	489573	9799	079304	15
46	86528	279531	1,0070146	8,4870721	14
47	89478	070515	0494	663165	13
48	92428	8,3862519	0843	456629	12
49	95378	655536	1193	251105	11
50	98329	449558	1544	046586	10
51	0,4201279	244577	1895	8,3843065	9
52	04230	040586	2248	640534	8
53	07182	8,2837579	2601	438986	7
54	10133	635547	2955	238415	6
55	13085	434485	3310	038812	5
56	16036	234384	3666	8,2840171	4
57	18988	035239	4023	642485	3
58	21941	8,1837041	4380	445748	2
59	24893	639786	4739	249952	1
60	27846	443464	5098	055090	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	'
0	0,1218693	0,8781307	0,0074538	0,9925462	60
1	21581	78419	4893	5107	59
2	24468	75532	5249	4751	58
3	27355	72645	5606	4394	57
4	30241	69759	5963	4037	56
5	33128	66872	6321	3679	55
6	36015	63985	6681	3319	54
7	38901	61099	7041	2959	53
8	41788	58212	7401	2599	52
9	44674	55326	7763	2237	51
10	47560	52440	8126	1874	50
11	50446	49554	8489	1511	49
12	53332	46668	8853	1147	48
13	56218	43782	9218	0782	47
14	59104	40896	9584	0416	46
15	61990	38010	9951	0049	45
16	64875	35125	0,0080318	0,9919682	44
17	67761	32239	0686	9314	43
18	70646	29354	1056	8944	42
19	73531	26469	1426	8574	41
20	76416	23584	1796	8204	40
21	79302	30698	2168	7832	39
22	82186	17814	2541	7459	38
23	85071	14929	2914	7086	37
24	87956	12044	3288	6712	36
25	90841	09159	3663	6337	35
26	93725	06275	4039	5961	34
27	96609	03391	4416	5584	33
28	99494	00506	4794	5206	32
29	0,1302378	0,8697622	5172	4828	31
30	05262	94738	5551	4449	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,1227846	8,1443464	1,0075098	8,2055090	60
1	30798	248071	3459	8,1861157	59
2	33752	053599	5820	668145	58
3	36705	8,0860042	6182	476048	57
4	39658	667394	6545	284860	56
5	42612	475647	6908	094573	55
6	45566	284796	7273	8,0905182	54
7	48520	094835	7639	716681	53
8	51474	7,9905756	8005	529062	52
9	54429	717555	8372	342321	51
10	57384	530224	8741	156450	50
11	60339	343758	9110	7,9971445	49
12	63294	158151	9480	787298	48
13	66249	7,8973396	9851	604003	47
14	69205	789489	1,0080222	421556	46
15	72161	606423	0595	239950	45
16	75117	424191	0968	059179	44
17	78073	242790	1343	7,8879238	43
18	81030	062212	1718	700120	42
19	83986	7,7882453	2094	521821	41
20	86943	703506	2471	344335	40
21	89900	525366	2849	167656	39
22	92858	348028	3228	7,7991778	38
23	95815	171486	3607	816697	37
24	98773	7,6995735	3988	642406	36
25	0,1301731	820769	4369	468901	35
26	04690	646584	4752	296176	34
27	07648	473174	5135	124227	33
28	10607	300533	5519	7,6953047	32
29	13566	128657	5904	782634	31
30	16525	7,5957541	6290	612976	30
'	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,1305262	0,8694738	0,0085551	0,9914449	30
31	08146	91854	5931	4069	29
32	11030	88970	6312	3688	28
33	13913	86087	6694	3306	27
34	16799	83203	7077	2923	26
35	19681	80319	7460	2540	25
36	22564	77436	7845	2155	24
37	25447	74553	8230	1770	23
38	28330	71670	8616	1384	22
39	31213	68787	9003	0997	21
40	34096	65904	9390	0610	20
41	36979	63021	9779	0221	19
42	39862	60138	0,0090168	0,9909832	18
43	42744	57256	0558	9442	17
44	45627	54373	0949	9051	16
45	48509	51491	1341	8659	15
46	51392	48608	1734	8266	14
47	54274	45726	2127	7873	13
48	57156	42844	2522	7478	12
49	60038	39962	2917	7083	11
50	62919	37081	3313	6687	10
51	65801	34199	3710	6290	9
52	68683	31317	4107	5893	8
53	71564	28436	4506	5494	7
54	74445	25555	4905	5095	6
55	77327	22673	5306	4694	5
56	80208	19792	5707	4293	4
57	83089	16911	6109	3891	3
58	85970	14030	6511	3489	2
59	88850	11150	6915	3085	1
60	91731	08269	7319	2681	0
'	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,1316525	7,5957541	1,0086290	7,6612976	30
31	19484	787479	6676	444075	29
32	22444	617567	7064	275923	28
33	25404	448699	7452	108516	27
34	28364	280571	7842	7,5941849	26
35	31324	113178	8232	775916	25
36	34285	7,4946514	8623	610713	24
37	37246	780576	9015	446236	23
38	40207	615357	9408	282478	22
39	43168	450855	9802	119437	21
40	46129	287064	1,0090196	7,4957106	20
41	49091	123978	0592	795482	19
42	52053	7,3961595	0988	634560	18
43	55015	799909	1386	474335	17
44	57978	638946	1784	314803	16
45	60940	478610	2183	155959	15
46	63903	318989	2583	7,4997798	14
47	66866	160047	2984	840318	13
48	69830	001780	3386	683512	12
49	72793	7,2844184	3788	527377	11
50	75757	687255	4192	371909	10
51	78721	530987	4596	217102	9
52	81685	375378	5001	062954	8
53	84650	220422	5408	7,4909460	7
54	87615	066116	5815	756616	6
55	90580	7,1912456	6223	604417	5
56	93545	759437	6631	452859	4
57	96510	607056	7041	301940	3
58	99476	455308	7452	151653	2
59	0,1402442	304190	7863	001996	1
60	05408	153697	8276	7,4852965	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Seneverso.	Cosene.	
0	0,1391731	0,8608269	0,0097319	0,9902681	60
1	94612	05388	7725	2275	59
2	97492	02508	8131	1869	58
3	0,1400372	0,8599628	8538	1462	57
4	03252	96748	8945	1055	56
5	06132	93868	9354	0646	55
6	09012	90988	9763	0237	54
7	11892	88108	0,0100174	0,9899826	53
8	14772	85228	0585	9415	52
9	17651	82349	0997	9003	51
10	20532	79469	1410	8590	50
11	23410	76590	1823	8177	49
12	26289	73711	2238	7762	48
13	29168	70832	2653	7347	47
14	32047	67953	3069	6931	46
15	34926	65074	3486	6514	45
16	37805	62195	3904	6096	44
17	40684	59316	4323	5677	43
18	43562	56438	4742	5258	42
19	46440	53560	5162	4838	41
20	49319	50681	5584	4416	40
21	52197	47803	6006	3994	39
22	55075	44925	6428	3572	38
23	57953	42047	6852	3148	37
24	60830	39170	7277	2723	36
25	63708	36292	7702	2298	35
26	66585	33415	8128	1872	34
27	69463	30537	8555	1445	33
28	72340	27660	8983	1017	32
29	75217	24783	9412	0588	31
30	78094	21906	9841	0159	30
	Cosene.	Seneverso!	Cosinoverso.	Seno.	'

81 Grad.

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	'
0	0,1405408	7,1453697	1,0098276	7,1852965	60
1	08375	003826	8689	704556	59
2	11342	7,0854573	9103	556764	58
3	14308	705934	9518	409587	57
4	17276	557905	9934	263019	56
5	20243	410482	1,0100351	117059	55
6	23211	263662	0769	7,0971700	54
7	26179	117441	1187	826941	53
8	29147	6,9971806	1607	682777	52
9	32115	826781	2027	539205	51
10	35084	682335	2449	396220	50
11	38053	538473	2871	253820	49
12	41022	395192	3294	112001	48
13	43991	252489	3718	6,9970760	47
14	46961	110359	4143	830092	46
15	49931	6,9968799	4568	689994	45
16	52901	827807	4995	550464	44
17	55872	687378	5422	411496	43
18	58842	547508	5851	273089	42
19	61813	408196	6280	135239	41
20	64784	269437	6710	6,8997942	40
21	67756	131227	7141	861195	39
22	70727	6,7993565	7573	724995	38
23	73699	856446	8006	589338	37
24	76672	719867	8440	454222	36
25	79644	583826	8875	319642	35
26	82617	448318	9310	185597	34
27	85590	313341	9747	052082	33
28	88563	178891	1,0110184	6,7919095	32
29	91536	044966	0622	786632	31
30	94510	6,6911562	1061	654691	30
'	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Sene.	Cosenoverso.	Senoverso.	Cosene.	
30	0,1478094	0,8521906	0,0409844	0,9890159	30
31	80971	19029	0,0410272	0,9889728	29
32	83848	16152	0703	9297	28
33	86724	13276	1135	8865	27
34	89601	10399	1568	8432	26
35	92477	07523	2002	7998	25
36	95353	04647	2436	7564	24
37	98230	01770	2872	7128	23
38	0,1501106	0,8498894	3308	6692	22
39	03981	96019	3745	6255	21
40	06857	93143	4183	5817	20
41	09733	90267	4622	5378	19
42	12608	87392	5061	4939	18
43	15484	84516	5502	4498	17
44	18359	81641	5943	4057	16
45	21234	78766	6385	3615	15
46	24109	75891	6828	3172	14
47	26984	73016	7272	2728	13
48	29858	70142	7716	2284	12
49	32733	67267	8162	1838	11
50	35607	64393	8608	1392	10
51	38482	61518	9055	0945	9
52	41356	58644	9503	0497	8
53	44230	55770	9952	0048	7
54	47104	52896	0,0120401	0,9879599	6
55	49978	50022	0852	9148	5
56	52851	47149	1303	8697	4
57	55725	44275	1755	8245	3
58	58598	41402	2208	7792	2
59	61472	38528	2662	7338	1
60	64345	35655	3117	6883	0
	Cosene.	Senoverso.	Cosinoverso.	Sene.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,1494510	6,6911562	1,0111061	6,7654691	30
31	97484	778677	1501	523268	29
32	0,1500458	646307	1942	392360	28
33	03433	514449	2384	261965	27
34	06408	383100	2827	132079	26
35	09383	252258	3270	002699	25
36	12358	121919	3715	6,6873822	24
37	15333	6,5992080	4160	745446	23
38	18309	862739	4606	617568	22
39	21285	733892	5054	490184	21
40	24262	605538	5502	363293	20
41	27238	477672	5951	236890	19
42	30215	350293	6400	110973	18
43	33192	223396	6845	6,5985540	17
44	36170	096981	7303	860587	16
45	39147	6,4971043	7755	736112	15
46	42125	845581	8209	612113	14
47	45103	720591	8663	488586	13
48	48082	596070	9118	365528	12
49	51061	472017	9575	242938	11
50	54040	348428	1,0120032	120812	10
51	57019	225301	0489	6,4999148	9
52	59998	102633	0948	877944	8
53	62978	6,3980422	1408	757195	7
54	65958	858665	1869	636901	6
55	68939	737359	2330	517059	5
56	71919	616502	2793	397666	4
57	74900	496092	3256	278719	3
58	77881	376126	3720	160216	2
59	80863	256601	4185	042154	1
60	83843	137515	4651	6,3924532	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

81 Grad.

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,1564345	0,8435655	0,0123117	0,9876883	60
1	67218	32782	3572	6428	59
2	70091	29909	4028	5972	58
3	72963	27037	4486	5514	57
4	75836	24164	4943	5057	56
5	78708	21292	5402	4598	55
6	81581	18419	5862	4138	54
7	84453	15547	6322	3678	53
8	87325	12675	6784	3216	52
9	90197	09803	7246	2754	51
10	93069	06931	7709	2291	50
11	95940	04060	8173	1827	49
12	98812	01188	8637	1363	48
13	0,1601683	0,8398317	9103	0897	47
14	04555	95445	9569	0431	46
15	07426	92574	0,0130036	0,9869964	45
16	10297	89703	0504	9496	44
17	13167	86833	0973	9027	43
18	16038	83962	1443	8557	42
19	18909	81091	1913	8087	41
20	21779	78221	2385	7615	40
21	24650	75350	2857	7143	39
22	27520	72480	3330	6670	38
23	30390	69610	3804	6196	37
24	33260	66740	4278	5722	36
25	36129	63871	4754	5246	35
26	38999	61001	5230	4770	34
27	41868	58132	5707	4293	33
28	44738	55262	6185	3815	32
29	47607	52393	6664	3336	31
30	50476	49524	7144	2856	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

80 Grad.

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	'
0	0,1583848	6,3137515	1,0124654	6,8924532	60
1	86826	018866	5118	807347	59
2	89809	6,2900651	5586	690595	58
3	92791	782868	6055	574276	57
4	95774	665515	6524	458386	56
5	98757	548588	6995	342923	55
6	0,1601740	432086	7466	227884	54
7	04724	316007	7939	113269	53
8	07708	200347	8412	6,2999073	52
9	10692	085106	8886	885295	51
10	13677	6,1970279	9361	771933	50
11	16662	855867	9837	658984	49
12	19647	741865	1,0130314	546446	48
13	22632	628272	0791	434316	47
14	25618	515085	1270	322594	46
15	28603	402303	1750	211275	45
16	31590	289923	2230	100359	44
17	34576	177943	2711	6,1989843	43
18	37563	066360	3194	879725	42
19	40550	6,0955174	3677	770003	41
20	43537	844381	4161	660674	40
21	46525	733979	4646	551736	39
22	49513	623967	5132	443189	38
23	52501	514343	5618	335028	37
24	55489	405103	6106	227253	36
25	58478	296247	6595	119861	35
26	61467	187772	7084	012850	34
27	64456	079676	7574	6,0906219	33
28	67446	5,9971957	8066	799964	32
29	70436	864614	8558	694085	31
30	73426	757644	9051	588580	30
'	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

80 Grad.

Digitized by Google

'	Sene.	Cosenoverso.	Senoverso.	Cosene.	
30	0,1650476	0,8349524	0,0137144	0,9862856	30
31	53345	46655	7625	2375	29
32	56214	43786	8106	1894	28
33	59082	40918	8588	1412	27
34	61951	38049	9071	0929	26
35	64819	35181	9555	0445	25
36	67687	32313	0,0140040	0,9859960	24
37	70556	29444	0525	9475	23
38	73423	26577	1012	8988	22
39	76291	23709	1499	8501	21
40	79159	20841	1987	8013	20
41	82026	17974	2476	7524	19
42	84894	15106	2965	7035	18
43	87761	12239	3456	6544	17
44	90628	09372	3947	6053	16
45	93495	06505	4439	5561	15
46	96362	03638	4932	5068	14
47	99228	00772	5426	4574	13
48	0,1702095	0,8297905	5921	4079	12
49	04961	95039	6417	3583	11
50	07828	92172	6913	3087	10
51	10694	89306	7410	2590	9
52	13560	86440	7908	2092	8
53	16425	83575	8407	1593	7
54	19291	80709	8907	1093	6
55	22156	77844	9407	0593	5
56	25022	74978	9909	0091	4
57	27887	72113	0,0150411	0,9849589	3
58	30752	69248	0914	9086	2
59	33617	66383	1418	8582	1
60	36482	63518	1922	8078	0
	Cosene.	Senoverso.	Cosenoverso.	Sene.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,1673426	5,9757644	1,0139051	6,0588580	30
31	76417	651045	9545	483445	29
32	79407	544815	1,0140040	378680	28
33	82398	438952	0536	274282	27
34	85390	333455	1032	170250	26
35	88381	228322	1530	066581	25
36	91373	123550	2029	5,9963274	24
37	94366	019138	2528	860326	23
38	97358	5,8915084	3028	757737	22
39	0,1700351	811386	3530	655504	21
40	03344	708042	4032	553625	20
41	06338	605051	4535	452098	19
42	09331	502410	5039	350922	18
43	12325	400117	5544	250095	17
44	15320	298172	6050	149614	16
45	18314	196572	6556	049479	15
46	21309	095315	7064	5,8949688	14
47	24304	5,7994400	7572	850238	13
48	27300	893825	8082	751128	12
49	30296	793588	8592	652356	11
50	33292	693688	9103	553921	10
51	36288	594122	9616	455820	9
52	39285	494889	1,0150129	358053	8
53	42282	395988	0643	260617	7
54	45279	297416	1158	163510	6
55	48277	199173	1673	066732	5
56	51275	101256	2190	5,7970280	4
57	54273	003663	2708	874153	3
58	57272	5,6906394	3226	778350	2
59	60271	809446	3746	682867	1
60	63270	712818	4266	587705	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,1736482	0,8263518	0,0151922	0,9848078	60
1	39346	60654	2428	7572	59
2	42211	57789	2934	7066	58
3	45075	54925	3442	6558	57
4	47939	52061	3950	6050	56
5	50803	49197	4458	5542	55
6	53667	46333	4968	5032	54
7	56531	43469	5479	4521	53
8	59395	40605	5990	4010	52
9	62258	37742	6502	3498	51
10	65121	34879	7015	2985	50
11	67984	32016	7529	2471	49
12	70847	29153	8044	1956	48
13	73710	26290	8559	1441	47
14	76573	23427	9076	0924	46
15	79435	20565	9593	0407	45
16	82298	17702	0,0160111	0,9839889	44
17	85160	14840	0630	9370	43
18	88022	11978	1150	8850	42
19	90884	09116	1670	8330	41
20	93746	06254	2192	7808	40
21	96607	03393	2714	7286	39
22	99469	00531	3237	6763	38
23	0,1802330	0,8197670	3761	6239	37
24	05191	94809	4285	5715	36
25	08052	91948	4811	5189	35
26	10913	89087	5337	4663	34
27	13774	86226	5864	4136	33
28	16635	83365	6392	3608	32
29	19495	80505	6921	3079	31
30	22355	77645	7451	2549	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,1763270	5,6712818	1,0154266	5,7587705	60
1	66269	616509	4787	492861	59
2	69269	520516	5310	398333	58
3	72269	424838	5833	304121	57
4	75270	329474	6357	210223	56
5	78270	234421	6882	116636	55
6	81271	139680	7408	023360	54
7	84273	045247	7934	5,6930393	53
8	87274	5,5951121	8462	837734	52
9	90276	857302	8991	745380	51
10	93279	763786	9520	653331	50
11	96281	670574	1,0160050	561584	49
12	99284	577663	0582	470140	48
13	0,1802287	485052	1114	378995	47
14	05291	392740	1647	288148	46
15	08295	300724	2181	197599	45
16	11299	209005	2716	107345	44
17	14303	117579	3252	017386	43
18	17308	026446	3789	5,5927719	42
19	20313	5,4935604	4327	838343	41
20	23319	845052	4865	749258	40
21	26324	754788	5405	660460	39
22	29330	664812	5946	571951	38
23	32337	575121	6487	483726	37
24	35343	485715	7029	395786	36
25	38350	396592	7573	308129	35
26	41358	307750	8117	220754	34
27	44365	219188	8662	133659	33
28	47373	130906	9208	046843	32
29	50382	042901	9755	5,4960305	31
30	53390	5,3955172	1,0170303	874043	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,1822355	0,8177645	0,0167451	0,9832549	30
31	25215	74785	7981	2019	29
32	28075	71925	8513	1487	28
33	30935	69065	9045	0955	27
34	33795	66205	9578	0422	26
35	36654	63346	0,0170112	0,9829888	25
36	39514	60486	0647	9353	24
37	42373	57627	1182	8818	23
38	45232	54768	1718	8282	22
39	48091	51909	2256	7744	21
40	50949	49051	2794	7206	20
41	53808	46192	3332	6668	19
42	56666	43334	3872	6128	18
43	59524	40476	4413	5587	17
44	62382	37618	4954	5046	16
45	65240	34760	5496	4504	15
46	68098	31902	6039	3961	14
47	70956	29044	6583	3417	13
48	73813	26187	7127	2873	12
49	76670	23330	7673	2327	11
50	79528	20472	8219	1781	10
51	82385	17615	8766	1234	9
52	85241	14759	9314	0686	8
53	88098	11902	9863	0137	7
54	90954	09046	0,0180413	0,9819587	6
55	93811	06189	0963	9037	5
56	96667	03333	1515	8485	4
57	99523	00477	2067	7933	3
58	0,1902379	0,8097621	2620	7380	2
59	05234	94766	3174	6826	1
60	08090	91910	3728	6272	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,1853390	5,3955172	1,0170303	5,1874043	30
31	56399	867718	0851	788056	29
32	59409	780538	1401	702342	28
33	62418	693630	1952	616901	27
34	65428	606993	2503	531731	26
35	68439	520626	3056	446831	25
36	71449	434527	3609	362199	24
37	74460	348696	4163	277835	23
38	77471	263131	4719	193737	22
39	80483	177830	5275	109903	21
40	83495	092793	5832	026333	20
41	86507	008018	6390	5,3943026	19
42	89520	5,2923505	6949	859979	18
43	92533	839251	7509	777192	17
44	95546	755255	8069	694664	16
45	98559	671517	8631	612393	15
46	0,1901573	588035	9194	530379	14
47	04587	504809	9757	448620	13
48	07602	421836	1,0180321	367114	12
49	10617	339116	0887	285861	11
50	13632	256647	1453	204860	10
51	16648	174428	2020	124109	9
52	19664	092459	2588	043608	8
53	22680	010738	3158	5,2963354	7
54	25696	5,1929264	3728	883347	6
55	28713	848035	4298	803587	5
56	31731	767051	4870	724070	4
57	34748	686311	5443	644798	3
58	37766	605813	6017	565768	2
59	40784	525557	6591	486979	1
60	43803	445540	7167	408431	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,1908090	0,8091910	0,0183728	0,9816272	60
1	10945	89055	4284	5716	59
2	13801	86199	4840	5160	58
3	16656	83344	5397	4603	57
4	19510	80490	5955	4045	56
5	22365	77635	6514	3486	55
6	25220	74780	7073	2927	54
7	28074	71926	7634	2366	53
8	30928	69072	8195	1805	52
9	33782	66218	8757	1243	51
10	36636	63364	9320	0680	50
11	39490	60510	9884	0116	49
12	42344	57656	0,0190448	0,9809552	48
13	45197	54803	1014	8986	47
14	48050	51950	1580	8420	46
15	50903	49097	2147	7853	45
16	53756	46244	2715	7285	44
17	56609	43391	3284	6716	43
18	59461	40539	3853	6147	42
19	62314	37686	4424	5576	41
20	65166	34834	4995	5005	40
21	68018	31982	5567	4433	39
22	70870	29130	6140	3860	38
23	73722	26278	6714	3286	37
24	76573	23427	7288	2712	36
25	79425	20575	7864	2136	35
26	82276	17724	8440	1560	34
27	85127	14873	9017	0983	33
28	87978	12022	9595	0405	32
29	90829	09171	0,0200473	0,9799827	31
30	93679	06321	0753	9247	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,1943803	5,1445540	1,0187167	5,2408431	60
1	46822	365763	7743	330121	59
2	49841	286224	8321	252030	58
3	52861	206921	8899	174216	57
4	55881	127855	9478	096618	56
5	58901	049024	1,0190059	019254	55
6	61922	5,0970426	0640	5,1942125	54
7	64943	892061	1222	865228	53
8	67964	813928	1805	788563	52
9	70986	736025	2389	712128	51
10	74008	658352	2973	635924	50
11	77031	580907	3559	559948	49
12	80053	503690	4146	484199	48
13	83076	426700	4734	408677	47
14	86100	349935	5322	333381	46
15	89124	273395	5912	258309	45
16	92148	197078	6502	183461	44
17	95172	120984	7093	108835	43
18	98197	045111	7686	034431	42
19	0,2001222	4,9969459	8279	5,0960248	41
20	04248	894027	8873	886284	40
21	07274	818813	9468	812539	39
22	10300	743817	1,0200064	739012	38
23	13327	669037	0661	665701	37
24	16354	594474	1259	592606	36
25	19381	520125	1858	519726	35
26	22409	445990	2457	447060	34
27	25437	372068	3058	374607	33
28	28465	298358	3660	302367	32
29	31494	224859	4262	230337	31
30	34523	151570	4866	158517	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,1993679	0,8006321	0,0200753	0,9799247	30
31	96530	03470	1333	8667	29
32	99380	00620	1914	8086	28
33	0,2002230	0,7997770	2496	7504	27
34	05080	94920	3079	6921	26
35	07930	92070	3663	6337	25
36	10779	89221	4248	5752	24
37	13629	86371	4833	5167	23
38	16478	83522	5419	4581	22
39	19327	80673	6006	3994	21
40	22176	77824	6594	3406	20
41	25024	74976	7182	2818	19
42	27873	72127	7772	2228	18
43	30721	69279	8362	1638	17
44	33569	66431	8953	1047	16
45	36418	63582	9545	0455	15
46	39265	60735	0,0210138	0,9789862	14
47	42113	57887	0732	9268	13
48	44961	55039	1326	8674	12
49	47808	52192	1921	8079	11
50	50655	49345	2517	7483	10
51	53502	46498	3114	6886	9
52	56349	43651	3712	6288	8
53	59195	40805	4311	5689	7
54	62042	37958	4910	5090	6
55	64888	35112	5510	4490	5
56	67734	32266	6111	3889	4
57	70580	29420	6713	3287	3
58	73426	26574	7316	2684	2
59	76272	23728	7920	2080	1
60	79117	20883	8524	1476	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,2034523	4,9151570	1,0204866	5,0158517	30
31	37552	078491	5470	086907	29
32	40582	005620	6075	015505	28
33	43612	4,8932956	6682	4,9944311	27
34	46643	860499	7289	873323	26
35	49674	788248	7897	802541	25
36	52705	716201	8506	731964	24
37	55737	644359	9116	661591	23
38	58769	572719	9727	591421	22
39	61804	501282	1,0210339	521453	21
40	64834	430045	0952	451687	20
41	67867	359010	1566	382120	19
42	70900	288174	2180	312754	18
43	73934	217536	2796	243586	17
44	76968	147096	3413	174616	16
45	80003	076854	4030	105844	15
46	83038	006808	4649	037267	14
47	86073	4,7936957	5268	4,8968886	13
48	89109	867300	5888	900700	12
49	92145	797837	6510	832707	11
50	95181	728568	7132	764907	10
51	98218	659490	7755	697299	9
52	0,2101255	590603	8379	629883	8
53	04293	521907	9004	562657	7
54	07331	453401	9630	495621	6
55	10369	385083	1,0220257	428774	5
56	13407	316954	0885	362114	4
57	16446	249012	1514	295643	3
58	19486	181256	2144	229357	2
59	22525	113686	2774	163258	1
60	25566	046301	3406	097343	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,2079117	0,7920883	0,0218524	0,9781476	60
1	81962	18038	9129	0871	59
2	84807	15193	9735	0265	58
3	87652	12348	0,0220342	0,9779658	57
4	90497	09503	0950	9050	56
5	93341	06659	1558	8442	55
6	96186	03814	2168	7832	54
7	99030	00970	2778	7222	53
8	0,2101874	0,7898126	3389	6611	52
9	04718	95282	4001	5999	51
10	07561	92439	4613	5387	50
11	10405	89595	5227	4773	49
12	13248	86752	5841	4159	48
13	16091	83909	6456	3544	47
14	18934	81066	7072	2928	46
15	21777	78223	7689	2311	45
16	24619	75381	8307	1693	44
17	27462	72538	8925	1075	43
18	30304	69696	9544	0456	42
19	33146	66854	0,0230164	0,9769836	41
20	35988	64012	0785	9215	40
21	38829	61171	1407	8593	39
22	41671	58329	2030	7970	38
23	44512	55488	2653	7347	37
24	47353	52647	3277	6723	36
25	50194	49806	3902	6098	35
26	53035	46965	4528	5472	34
27	55876	44124	5155	4845	33
28	58716	41284	5782	4218	32
29	61556	38444	6411	3589	31
30	64396	35604	7040	2960	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,2125566	4,7046301	1,0223406	4,8097343	60
1	28606	4,6979100	4039	031613	59
2	31647	912083	4672	4,7966066	58
3	34688	845248	5307	900702	57
4	37730	778595	5942	835520	56
5	40772	712124	6578	770519	55
6	43814	645832	7216	705699	54
7	46857	579721	7854	641058	53
8	49900	513788	8493	576596	52
9	52944	448034	9133	512312	51
10	55988	382457	9774	448206	50
11	59032	317056	1,0230416	384277	49
12	62077	251832	1059	320524	48
13	65122	186783	1703	256945	47
14	68167	121908	2348	193542	46
15	71213	057207	2994	130313	45
16	74259	4,5992680	3641	067256	44
17	77306	928325	4288	004372	43
18	80353	864141	4937	4,6941660	42
19	83400	800129	5587	879119	41
20	86448	736287	6237	816748	40
21	89496	672615	6889	754548	39
22	92544	609111	7541	692516	38
23	95593	545776	8195	630652	37
24	98643	482608	8849	568956	36
25	0,2201692	419608	9504	507427	35
26	04742	356773	1,0240161	446064	34
27	07793	294105	0818	384867	33
28	10844	231601	1476	323835	32
29	13895	169261	2135	262967	31
30	16947	107085	2795	202263	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,2164396	0,7835604	0,0237040	0,9762960	30
31	67236	32764	7670	2330	29
32	70076	29924	8301	1699	28
33	72915	27085	8932	1068	27
34	75754	24246	9565	0435	26
35	78593	21407	0,0240198	0,9759802	25
36	81432	18568	0832	9168	24
37	84271	15729	1467	8533	23
38	87110	12890	2103	7897	22
39	89948	10052	2740	7260	21
40	92786	07214	3377	6623	20
41	95624	04376	4015	5985	19
42	98462	01538	4655	5345	18
43	0,2201300	0,7798700	5294	4706	17
44	04137	95863	5935	4065	16
45	06974	93026	6577	3423	15
46	09811	90189	7219	2781	14
47	12648	87352	7862	2138	13
48	15485	84515	8506	1494	12
49	18321	81679	9151	0849	11
50	21158	78842	9797	0203	10
51	23994	76006	0,0250444	0,9749556	9
52	26830	73170	1091	8909	8
53	29666	70334	1739	8261	7
54	32501	67499	2388	7612	6
55	35337	64663	3038	6962	5
56	38172	61828	3689	6311	4
57	41007	58993	4340	5660	3
58	43842	56158	4992	5008	2
59	46676	53324	5645	4355	1
60	49511	50489	6299	3701	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,2216947	4,5107085	1,0242795	4,6202263	30
31	19999	045072	3456	141722	29
32	23051	4,4983221	4118	081343	28
33	26104	921532	4781	021126	27
34	29157	860004	5445	4,5961070	26
35	32211	798636	6110	901474	25
36	35265	737428	6776	841439	24
37	38319	676379	7442	781862	23
38	41374	615489	8110	722444	22
39	44429	554756	8779	663183	21
40	47485	494181	9448	604080	20
41	50541	433762	1,0250119	545134	19
42	53597	373500	0790	486344	18
43	56654	313392	1463	427709	17
44	59711	253439	2136	369229	16
45	62769	193641	2811	310903	15
46	65827	133996	3486	252730	14
47	68885	074504	4162	194711	13
48	71944	015164	4839	136844	12
49	75003	4,3955977	5518	079129	11
50	78063	896940	6197	021565	10
51	81123	838054	6877	4,4964152	9
52	84184	779317	7558	906889	8
53	87244	720731	8240	849775	7
54	90306	662293	8923	792810	6
55	93367	604003	9607	735993	5
56	96429	545861	1,0260292	679324	4
57	99492	487866	0978	622803	3
58	0,2302555	430018	1665	566428	2
59	05618	372316	2352	510198	1
60	08682	314759	3041	454115	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,2249511	0,7750489	0,0256299	0,9743701	60
1	52345	47655	6954	3046	59
2	55179	44821	7610	2390	58
3	58013	41987	8266	1734	57
4	60846	39154	8923	1077	56
5	63680	36320	9581	0419	55
6	66513	33487	0,0260240	0,9739760	54
7	69346	30654	0900	9100	53
8	72179	27821	1561	8439	52
9	75012	24988	2222	7778	51
10	77844	22156	2884	7116	50
11	80677	19323	3547	6453	49
12	83509	16491	4211	5789	48
13	86341	13659	4876	5124	47
14	89172	10828	5541	4459	46
15	92004	07996	6207	3793	45
16	94835	05165	6875	3125	44
17	97666	02334	7542	2458	43
18	0,2300497	0,7699503	8211	1789	42
19	03328	96672	8881	1119	41
20	06159	93841	9551	0449	40
21	08989	91011	0,0270223	0,9729777	39
22	11819	88181	0895	9105	38
23	14649	85351	1568	8432	37
24	17479	82521	2241	7759	36
25	20309	79691	2916	7084	35
26	23138	76862	3591	6409	34
27	25967	74033	4267	5733	33
28	28796	71204	4944	5056	32
29	31625	68375	5622	4378	31
30	34454	65546	6301	3699	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,2308682	4,3314759	1,0263041	4,4454115	60
1	11746	257347	3731	398176	59
2	14811	200079	4421	342382	58
3	17876	142955	5113	286731	57
4	20941	085974	5806	231224	56
5	24007	029136	6499	175859	55
6	27073	4,2972440	7194	120637	54
7	30140	915885	7889	065556	53
8	33207	859472	8586	010616	52
9	36274	803199	9283	4,3955817	51
10	39342	747066	9982	901158	50
11	42410	691072	1,0270681	846638	49
12	45479	635218	1381	792257	48
13	48548	579501	2082	738015	47
14	51617	523923	2785	683910	46
15	54687	468482	3488	629943	45
16	57758	413177	4192	576113	44
17	60829	358009	4897	522419	43
18	63900	302977	5603	468861	42
19	66971	248080	6310	415438	41
20	70044	193318	7018	362150	40
21	73116	138690	7727	308996	39
22	76189	084196	8437	255977	38
23	79262	029835	9148	203090	37
24	82336	4,1975606	9860	150336	36
25	85410	921510	1,0280573	097715	35
26	88485	867546	1287	045225	34
27	91560	813713	2002	4,2992867	33
28	94635	760011	2717	940640	32
29	97711	706440	3434	888543	31
30	0,2400788	652998	4152	836576	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,2334454	0,7665546	0,0276301	0,9723699	30
31	37282	62718	6980	3020	29
32	40110	59890	7661	2339	28
33	42938	57062	8342	1658	27
34	45766	54234	9024	0976	26
35	48594	51406	9706	0294	25
36	51421	48579	0,0280390	0,9719610	24
37	54248	45752	1074	8926	23
38	57075	42925	1760	8240	22
39	59902	40098	2446	7554	21
40	62729	37271	3133	6867	20
41	65555	34445	3820	6180	19
42	68381	31619	4509	5491	18
43	71207	28793	5198	4802	17
44	74033	25967	5888	4112	16
45	76859	23141	6579	3421	15
46	79684	20316	7271	2729	14
47	82510	17490	7964	2036	13
48	85335	14665	8657	1343	12
49	88159	11841	9351	0649	11
50	90984	09016	0,0290047	0,9709953	10
51	93808	06192	0742	9258	9
52	96633	03367	1439	8561	8
53	99457	00543	2137	7863	7
54	0,2402280	0,7597720	2835	7165	6
55	05104	94896	3534	6466	5
56	07927	92073	4234	5766	4
57	10751	89249	4935	5065	3
58	13574	86426	5637	4363	2
59	16396	83604	6339	3661	1
60	19219	80781	7043	2957	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,2400788	4,1662998	1,0284152	1,2836576	30
31	03864	599685	4871	784738	29
32	06942	546501	5590	733029	28
33	10019	493446	6311	681449	27
34	13097	440519	7033	629996	26
35	16176	387719	7755	578671	25
36	19255	335046	8479	527474	24
37	22334	282499	9203	476402	23
38	25414	230079	9929	425457	22
39	28494	177784	1,0290655	374637	21
40	31575	125614	1383	323943	20
41	34656	073569	2111	273373	19
42	37737	021649	2840	222928	18
43	40819	4,0969852	3571	172606	17
44	43902	918178	4302	122408	16
45	46984	866627	5034	072333	15
46	50068	815199	5768	022380	14
47	53151	763892	6502	4,1972549	13
48	56236	712707	7237	922840	12
49	59320	661643	7973	873252	11
50	62405	610700	8711	823785	10
51	65491	559877	9449	774438	9
52	68577	509174	1,0300188	725210	8
53	71663	458590	0928	676102	7
54	74750	408125	1669	627114	6
55	77837	357779	2411	578243	5
56	80925	307550	3154	529491	4
57	84013	257440	3898	480856	3
58	87102	207446	4643	432339	2
59	90191	157570	5389	383939	1
60	93280	107809	6136	335655	0
'	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Sene.	Cosenoverso.	Senoverso.	Cosene.	'
0	0,2419219	0,7580781	0,0297043	0,9702957	60
1	22044	77959	7747	2253	59
2	24863	75137	8452	1548	58
3	27685	72315	9158	0842	57
4	30507	69493	9864	0136	56
5	33329	66671	0,0300572	0,9699428	55
6	36150	63850	1280	8720	54
7	38971	61029	1989	8011	53
8	41792	58208	2699	7301	52
9	44613	55387	3409	6591	51
10	47433	52567	4121	5879	50
11	50254	49746	4833	5167	49
12	53074	46926	5547	4453	48
13	55894	44106	6260	3740	47
14	58713	41287	6975	3025	46
15	61533	38467	7691	2309	45
16	64352	35648	8407	1593	44
17	67171	32829	9125	0875	43
18	69990	30010	9843	0157	42
19	72809	27191	0,0310562	0,9689438	41
20	75627	24373	1281	8719	40
21	78445	21555	2002	7998	39
22	81263	18737	2723	7277	38
23	84081	15919	3445	6555	37
24	86899	13101	4168	5832	36
25	89716	10284	4892	5108	35
26	92533	07467	5617	4383	34
27	95350	04650	6342	3658	33
28	98167	01833	7069	2931	32
29	0,2500984	0,7499016	7796	2204	31
30	03800	96200	8524	1476	30
'	Cosene.	Senoverso.	Cosenoverso.	Sene.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	'
0	0,2493280	4,0107809	1,0306136	4,1335655	60
1	96370	058165	6884	287487	59
2	99460	008636	7633	239435	58
3	0,2502551	3,9959223	8383	191498	57
4	05642	909924	9134	143675	56
5	08734	860739	9886	095967	55
6	11826	811669	1,0310639	048374	54
7	14919	762712	1393	000893	53
8	18012	713868	2147	4,0953526	52
9	21106	665137	2903	906272	51
10	24200	616518	3660	859130	50
11	27294	568011	4418	812100	49
12	30389	519615	5177	765181	48
13	33484	471331	5936	718374	47
14	36580	423157	6697	671677	46
15	39676	375094	7459	625091	45
16	42773	327141	8222	578615	44
17	45870	279297	8985	532249	43
18	48968	231563	9750	485992	42
19	52066	183937	1,0320516	439844	41
20	55165	136420	1282	393804	40
21	58264	089011	2050	347882	39
22	61363	041710	2818	302048	38
23	64463	3,8994516	3588	256332	37
24	67564	947429	4359	210722	36
25	70664	900448	5130	165219	35
26	73766	853574	5903	119823	34
27	76868	806805	6676	074532	33
28	79970	760142	7451	029347	32
29	83073	713584	8227	3,9984267	31
30	86176	667131	9003	939292	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Sene.	Cosenoverso.	Senoverso.	Cosene.	'
30	0,2503800	0,7496200	0,0318524	0,9681476	30
31	06616	93384	9252	0748	29
32	09432	90568	9982	0018	28
33	12248	87752	0,0320712	0,9679288	27
34	15063	84937	1443	8557	26
35	17879	82121	2175	7825	25
36	20694	79306	2908	7092	24
37	23508	76492	3642	6358	23
38	26323	73677	4376	5624	22
39	29137	70863	5112	4888	21
40	31952	68048	5848	4152	20
41	34766	65234	6585	3415	19
42	37579	62421	7322	2678	18
43	40393	59607	8061	1939	17
44	43206	56794	8800	1200	16
45	46019	53981	9541	0459	15
46	48832	51168	0,0330282	0,9669718	14
47	51645	48355	1023	8977	13
48	54458	45542	1766	8234	12
49	57270	42730	2510	7490	11
50	60082	39918	3254	6746	10
51	62894	37106	3999	6004	9
52	65705	34295	4745	5255	8
53	68517	31483	5492	4508	7
54	71328	28672	6239	3764	6
55	74139	25861	6988	3012	5
56	76950	23050	7737	2263	4
57	79760	20240	8487	1513	3
58	82570	17430	9238	0762	2
59	85381	14619	9989	0011	1
60	88190	11810	0,0340742	0,9659258	0
'	Cosene.	Senoverso.	Cosenoverso.	Sene.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	'
30	0,2886176	3,4641431	1,0329003	3,9939292	30
31	89280	620782	9781	894421	29
32	92384	574537	1,0330559	849654	28
33	95488	528396	1339	804991	27
34	98593	482358	2119	760434	26
35	0,2601699	436424	2901	715975	25
36	04805	390594	3683	671621	24
37	07911	344864	4467	627369	23
38	11018	299233	5251	583219	22
39	14126	253707	6037	539171	21
40	17234	208281	6823	495224	20
41	20342	162957	7611	451379	19
42	23451	117733	8399	407633	18
43	26560	072609	9188	363988	17
44	29670	027585	9979	320443	16
45	32780	3,7982661	1,0340770	276997	15
46	35891	937835	1563	233654	14
47	39002	893109	2356	190403	13
48	42114	848481	3151	147254	12
49	45226	803951	3946	104203	11
50	48339	759519	4743	061250	10
51	51452	715185	5540	018395	9
52	54566	670947	6338	3,8975637	8
53	57680	626807	7138	932976	7
54	60794	582763	7938	890411	6
55	63909	538815	8740	847943	5
56	67025	494963	9542	805570	4
57	70141	451207	1,0340346	763293	3
58	73257	407546	1150	721112	2
59	76374	363980	1955	679025	1
60	79492	320508	2762	637033	0
'	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

75 Grad.

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	'
0	0,2588190	0,7411810	0,0340742	0,9659258	60
1	91000	09000	1495	8505	59
2	93810	06190	2249	7751	58
3	96619	03381	3004	6996	57
4	99428	00572	3760	6240	56
5	0,2602237	0,7397763	4516	5484	55
6	05045	94955	5274	4726	54
7	07853	92147	6032	3968	53
8	10662	89338	6791	3209	52
9	13469	86531	7551	2449	51
10	16277	83723	8311	1689	50
11	19085	80915	9073	0927	49
12	21892	78108	9835	0165	48
13	24699	75301	0,0350598	0,9649402	47
14	27506	72494	1362	8638	46
15	30312	69688	2127	7873	45
16	33118	66882	2892	7108	44
17	35925	64075	3659	6341	43
18	38730	61270	4426	5574	42
19	41536	58464	5194	4806	41
20	44342	55658	5963	4037	40
21	47147	52853	6732	3268	39
22	49952	50048	7503	2497	38
23	52757	47243	8274	1726	37
24	55561	44439	9046	0954	36
25	58366	41634	9819	0181	35
26	61170	38830	0,0360593	0,9639407	34
27	63973	36027	1367	8633	33
28	66777	33223	2142	7858	32
29	69581	30419	2919	7081	31
30	72384	27616	3695	6305	30
'	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,2679492	3,7320508	1,0352762	3,8637033	60
1	82610	277131	3569	595135	59
2	85728	233847	4378	553332	58
3	88847	190658	5187	511622	57
4	91967	147561	5998	470006	56
5	95087	104558	6809	428482	55
6	98207	061648	7621	387052	54
7	0,2701328	018830	8435	345713	53
8	04449	3,6976104	9249	304467	52
9	07571	933469	1,0360065	263313	51
10	10694	890927	0884	222251	50
11	13817	848475	1699	181280	49
12	16940	806115	2517	140399	48
13	20064	763845	3337	099610	47
14	23188	721665	4157	058911	46
15	26313	679575	4979	018301	45
16	29438	637575	5801	3,7977782	44
17	32564	595665	6625	937352	43
18	35690	553844	7449	897011	42
19	38817	512111	8275	856760	41
20	41945	470467	9101	816596	40
21	45072	428911	9929	776522	39
22	48201	387444	1,0370757	736535	38
23	51330	346064	1587	696636	37
24	54459	304771	2417	656824	36
25	57589	263566	3249	617100	35
26	60719	222447	4082	577462	34
27	63850	181415	4915	537911	33
28	66981	140469	5750	498447	32
29	70113	099609	6585	459068	31
30	73245	058835	7422	419775	30
'	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Sene.	Cosenoverso.	Senoverso.	Cosen.	'
30	0,2672384	0,7327616	0,0363695	0,9636305	30
31	75187	24813	4473	6527	29
32	77989	22011	5252	4748	28
33	80792	19208	6031	3969	27
34	83594	16406	6811	3189	26
35	86396	13604	7592	2408	25
36	89198	10802	8374	1626	24
37	92000	08000	9157	0843	23
38	94801	05199	9940	0060	22
39	97602	02398	0,0370725	0,9629275	21
40	0,2700403	0,7299597	1510	8490	20
41	03204	96796	2296	7704	19
42	06004	93996	3083	6917	18
43	08805	91195	3870	6130	17
44	11605	88395	4658	5342	16
45	14404	85596	5448	4552	15
46	17204	82796	6238	3762	14
47	20003	79997	7028	2972	13
48	22802	77198	7820	2180	12
49	25601	74399	8613	1387	11
50	28400	71600	9406	0594	10
51	31198	68802	0,0380200	0,9619800	9
52	33997	66003	0995	9005	8
53	36794	63206	1790	8210	7
54	39592	60408	2587	7413	6
55	42390	57610	3384	6616	5
56	45187	54813	4182	5818	4
57	47984	52016	4981	5019	3
58	50781	49219	5781	4219	2
59	53577	46423	6582	3418	1
60	56374	43626	7383	2617	0
'	Cosene.	Senoverso.	Cosenoverso.	Sene.	'

74 Grad.

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,2773245	3,6058835	1,0377422	3,7419775	30
31	76378	018146	8260	380568	29
32	79512	3,5977543	9098	341446	28
33	82646	937024	9938	302409	27
34	85780	896590	1,0380779	263457	26
35	88915	856241	1621	224589	25
36	92050	815975	2463	185805	24
37	95186	775794	3307	147105	23
38	98322	735696	4152	108489	22
39	0,2801459	695681	4998	069956	21
40	04597	655749	5844	031506	20
41	07735	615900	6692	3,6993139	19
42	10873	576133	7541	954854	18
43	14012	536449	8391	916652	17
44	17152	496846	9242	878532	16
45	20292	457325	1,0390094	840493	15
46	23432	417886	0947	802536	14
47	26573	378528	1800	764660	13
48	29715	339251	2655	726865	12
49	32857	300054	3511	689151	11
50	35999	260938	4368	651518	10
51	39143	221902	5226	613964	9
52	42286	182946	6085	576491	8
53	45430	144070	6945	539097	7
54	48575	105273	7806	501783	6
55	51720	066555	8669	464548	5
56	54866	027916	9532	427392	4
57	58012	3,4989356	1,0400396	390315	3
58	61159	950874	1261	353316	2
59	64306	912470	2127	316395	1
60	67454	874144	2994	279553	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,2756374	0,7243626	0,0387383	0,9612617	60
1	59170	40830	8185	1815	59
2	61965	38035	8988	1012	58
3	64761	35239	9792	0208	57
4	67556	32444	0,0390597	0,9609403	56
5	70352	29648	1402	8598	55
6	73147	26853	2208	7792	54
7	75941	24059	3016	6984	53
8	78736	21264	3823	6177	52
9	81530	18470	4632	5368	51
10	84324	15676	5442	4558	50
11	87118	12882	6252	3748	49
12	89911	10089	7063	2937	48
13	92704	07296	7875	2125	47
14	95497	04503	8688	1312	46
15	98290	01710	9501	0499	45
16	0,2801083	0,7198917	0,0400316	0,9599684	44
17	03875	96125	1131	8869	43
18	06667	93333	1947	8053	42
19	09459	90541	2764	7236	41
20	12251	87749	3582	6418	40
21	15042	84958	4400	5600	39
22	17833	82167	5219	4781	38
23	20624	79376	6039	3961	37
24	23415	76585	6860	3140	36
25	26205	73795	7682	2318	35
26	28995	71005	8504	1496	34
27	31785	68215	9328	0672	33
28	34575	65425	0,0410152	0,9589848	32
29	37364	62636	0977	9023	31
30	40153	59847	1803	8197	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,2867454	3,4874144	1,0402994	3,6279553	60
1	70602	835896	3863	242788	59
2	73751	797726	4732	206104	58
3	76900	759632	5602	169490	57
4	80050	721616	6473	132957	56
5	83201	683676	7346	096501	55
6	86352	645813	8219	060121	54
7	89503	608026	9094	023818	53
8	92655	570315	9969	3,5987590	52
9	95808	532679	1,0410845	951439	51
10	98961	495120	1723	915363	50
11	0,2902114	457635	2601	879362	49
12	05269	420226	3481	843437	48
13	08423	382891	4362	807586	47
14	11578	345631	5243	771810	46
15	14734	308446	6126	736108	45
16	17890	271334	7009	700481	44
17	21047	234297	7894	664928	43
18	24205	197333	8780	629448	42
19	27363	160443	9667	594042	41
20	30521	123626	1,0420554	558710	40
21	33680	086882	1443	523450	39
22	36839	050210	2333	488263	38
23	39999	013612	3224	453149	37
24	43160	3,3977085	4116	418107	36
25	46321	940631	5009	383138	35
26	49483	904249	5903	348240	34
27	52645	867938	6798	313414	33
28	55808	831699	7694	278660	32
29	58971	795531	8591	243977	31
30	62135	759434	9489	209365	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,2840153	0,7159847	0,0411803	0,9588197	30
31	42942	57058	2629	7371	29
32	45731	54269	3457	6543	28
33	48520	51480	4285	5715	27
34	51308	48692	5114	4886	26
35	54096	45904	5944	4056	25
36	56884	43116	6774	3226	24
37	59671	40329	7606	2394	23
38	62458	37542	8438	1562	22
39	65246	34754	9271	0729	21
40	68032	31968	0,0420105	0,9579895	20
41	70819	29181	0940	9060	19
42	73605	26395	1775	8225	18
43	76391	23609	2611	7389	17
44	79177	20823	3448	6552	16
45	81963	18037	4286	5714	15
46	84748	15252	5125	4875	14
47	87533	12467	5965	4035	13
48	80318	09682	6805	3195	12
49	93103	06897	7646	2354	11
50	95887	04113	8488	1512	10
51	98671	01329	9331	0669	9
52	0,2901455	0,7098545	0,0430175	0,9569825	8
53	04239	95761	1019	8981	7
54	07022	92978	1864	8136	6
55	09805	90195	2710	7290	5
56	12588	87412	3557	6443	4
57	15371	84629	4405	5595	3
58	18153	81847	5253	4747	2
59	20935	79065	6102	3898	1
60	23717	76283	6952	3048	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,2962135	3,3759434	1,0429489	3,5209365	30
31	65299	723408	1,0430388	174824	29
32	68464	687453	1289	140354	28
33	71630	651568	2190	105954	27
34	74796	615753	3092	071625	26
35	77962	580008	3995	037365	25
36	81129	544333	4900	003175	24
37	84297	508728	5805	3,4969055	23
38	87465	473191	6712	935004	22
39	90634	437724	7619	901023	21
40	93803	402326	8528	867110	20
41	96973	366997	9437	833267	19
42	0,3000144	331736	1,0440348	799492	18
43	03315	296543	1259	765785	17
44	06486	261419	2172	732146	16
45	09658	226362	3086	698576	15
46	12831	191373	4001	665073	14
47	16004	156452	4917	631637	13
48	19178	121598	5833	598269	12
49	22352	086811	6751	564969	11
50	25527	052091	7670	531735	10
51	28703	017438	8590	498568	9
52	31879	3,2982851	9511	465467	8
53	35055	948330	1,0450433	432433	7
54	38232	913876	1357	399465	6
55	41410	879487	2281	366563	5
56	44588	845164	3206	333727	4
57	47767	810907	4132	300956	3
58	50946	776715	5060	268251	2
59	54126	742588	5988	235611	1
60	57307	708526	6918	203036	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

73 Grad.

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,2923717	0,7076283	0,0436932	0,9563048	60
1	26499	73501	7803	2197	59
2	29280	70720	8655	1345	58
3	32061	67939	9508	0492	57
4	34842	65158	0,0440361	0,9559639	56
5	37623	62377	1215	8785	55
6	40403	59597	2070	7930	54
7	43183	56817	2926	7074	53
8	45963	54037	3782	6218	52
9	48743	51257	4639	5361	51
10	51522	48478	5498	4502	50
11	54302	45698	6357	3643	49
12	57081	42919	7216	2784	48
13	59859	40141	8077	1923	47
14	62638	37362	8938	1062	46
15	65416	34584	9801	0199	45
16	68194	31806	0,0450664	0,9549336	44
17	70971	29029	1527	8473	43
18	73749	26251	2392	7608	42
19	76526	23474	3257	6743	41
20	79303	20697	4124	5876	40
21	82079	17921	4991	5009	39
22	84856	15144	5859	4141	38
23	87632	12368	6727	3273	37
24	90408	09592	7597	2403	36
25	93184	06816	8467	1533	35
26	95959	04041	9338	0662	34
27	98734	01266	0,0460210	0,9539790	33
28	0,3001509	0,6998491	1083	8917	32
29	04284	95716	1956	8044	31
30	07058	92942	2830	7170	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,3057307	3,2708526	1,0456918	3,4203036	60
1	60488	674529	7848	170526	59
2	63670	640596	8780	138080	58
3	66852	606728	9712	105699	57
4	70034	572924	1,0460646	073382	56
5	73218	539184	1581	041130	55
6	76402	505508	2516	008941	54
7	79586	471895	3453	3,3976816	53
8	82771	438346	4391	944754	52
9	85957	404860	5330	912755	51
10	89143	371438	6270	880820	50
11	92330	338078	7211	848948	49
12	95517	304780	8153	817138	48
13	98705	271546	9096	785391	47
14	0,3101893	238373	1,0470040	753707	46
15	05083	205263	0986	722084	45
16	08272	172215	1932	690524	44
17	11462	139228	2879	659026	43
18	14653	106304	3828	627589	42
19	17845	073440	4777	596214	41
20	21036	040638	5728	564900	40
21	24229	007897	6679	533647	39
22	27422	3,1975217	7632	502455	38
23	30616	942598	8586	471324	37
24	33810	910039	9540	440254	36
25	37005	877540	1,0480496	409244	35
26	40200	845102	1453	378294	34
27	43396	812724	2411	347405	33
28	46593	780406	3370	316575	32
29	49790	748147	4330	285805	31
30	52988	715948	5291	255095	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

72 Grad.

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Seneverso.	Coseno.	
30	0,3007058	0,6992942	0,0462830	0,9537170	30
31	09832	90168	3706	6294	29
32	12606	87394	4582	5418	28
33	15380	84620	5458	4542	27
34	18153	81847	6336	3664	26
35	20926	79074	7214	2786	25
36	23699	76301	8093	1907	24
37	26471	73529	8973	1027	23
38	29244	70756	9854	0146	22
39	32016	67984	0,0470736	0,9529264	21
40	34788	65212	1618	8382	20
41	37559	62441	2501	7499	19
42	40331	59669	3385	6615	18
43	43102	56898	4270	5730	17
44	45872	54128	5156	4844	16
45	48643	51357	6042	3958	15
46	51413	48587	6929	3071	14
47	54183	45817	7817	2183	13
48	56953	43047	8706	1294	12
49	59723	40277	9596	0404	11
50	62492	37508	0,0480486	0,9519514	10
51	65261	34739	1377	8623	9
52	68030	31970	2269	7731	8
53	70798	29202	3162	6838	7
54	73566	26434	4056	5944	6
55	76334	23666	4950	5050	5
56	79102	20898	5846	4154	4
57	81869	18131	6742	3258	3
58	84636	15364	7639	2361	2
59	87403	12597	8536	1464	1
60	90170	09830	9435	0565	0
	Coseno.	Seneverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,3452988	3,1715948	1,0485291	3,3255095	30
31	56186	683808	6253	224444	29
32	59385	651728	7217	193853	28
33	62585	619706	8181	163320	27
34	65785	587744	9146	132847	26
35	68986	555840	1,0490113	102432	25
36	72187	523994	1080	072076	24
37	75389	492207	2049	041778	23
38	78591	460478	3019	011539	22
39	81794	428807	3989	3,2981357	21
40	84998	397194	4961	951234	20
41	88202	365639	5934	921168	19
42	91407	334141	6908	891160	18
43	94613	302701	7883	861209	17
44	97819	271317	8859	831316	16
45	0,3201025	239991	9836	801479	15
46	04232	208722	1,0500815	771700	14
47	07440	177509	1794	741977	13
48	10649	146353	2774	712311	12
49	13858	115254	3756	682702	11
50	17067	084210	4738	653149	10
51	20278	053223	5722	623652	9
52	23489	022291	6706	594211	8
53	26700	3,0991416	7692	564825	7
54	29912	960596	8679	535496	6
55	33125	929831	9667	506222	5
56	36338	899122	1,0510656	477003	4
57	39552	868468	1646	447840	3
58	42766	837869	2637	418732	2
59	45981	807325	3629	389678	1
60	49197	776835	4622	360680	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,3090170	0,6909830	0,0489135	0,9510565	60
1	92936	07064	0,0490334	0,9509666	59
2	95702	04298	1234	8766	58
3	98468	01532	2135	7865	57
4	0,3101234	0,6898766	3037	6963	56
5	03999	96001	3939	6061	55
6	06764	93236	4843	5157	54
7	09529	90471	5747	4253	53
8	12294	87706	6652	3348	52
9	15058	84942	7557	2443	51
10	17822	82178	8464	1536	50
11	20586	79414	9371	0629	49
12	23349	76651	0,0500279	0,9499721	48
13	26112	73888	1188	8812	47
14	28875	71125	2098	7902	46
15	31638	68362	3009	6991	45
16	34400	65600	3920	6080	44
17	37163	62837	4832	5168	43
18	39925	60075	5745	4255	42
19	42686	57314	6659	3341	41
20	45448	54552	7574	2426	40
21	48209	51791	8489	1511	39
22	50969	49031	9405	0595	38
23	53730	46270	0,0510322	0,9489678	37
24	56490	43510	1240	8760	36
25	59250	40750	2158	7842	35
26	62010	37990	3078	6922	34
27	64770	35230	3998	6002	33
28	67529	32471	4919	5081	32
29	70288	29712	5841	4159	31
30	73047	26953	6763	3237	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,3249197	3,0776835	1,0514622	3,2360680	60
1	52413	746400	5617	331736	59
2	55630	716020	6612	302846	58
3	58848	685694	7608	274011	57
4	62066	655421	8606	245230	56
5	65284	625203	9605	216503	55
6	68504	595038	1,0520604	187830	54
7	71724	564928	1605	159210	53
8	74944	534870	2607	130644	52
9	78165	504866	3610	102132	51
10	81387	474915	4614	073673	50
11	84610	445018	5619	045266	49
12	87833	415173	6625	016913	48
13	91056	385381	7633	3,1988613	47
14	94281	355641	8641	960365	46
15	97505	325954	9651	932170	45
16	0,3300731	296320	1,0530661	904028	44
17	03957	266737	1673	875937	43
18	07184	237207	2686	847899	42
19	10411	207728	3699	819913	41
20	13639	178301	4714	791978	40
21	16868	148926	5730	764095	39
22	20097	119603	6747	736264	38
23	23327	090330	7765	708484	37
24	26557	061109	8785	680756	36
25	29788	031939	9805	653078	35
26	33020	002820	1,0540826	625452	34
27	36252	2,9973751	1849	597876	33
28	39485	944734	2873	570351	32
29	42719	915766	3897	542877	31
30	45953	886850	4923	515453	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,3173047	0,6826953	0,0516763	0,9483237	30
31	75805	24195	7687	2313	29
32	78563	21437	8611	1389	28
33	81321	18679	9536	0464	27
34	84079	15921	0,0520462	0,9479538	26
35	86836	13164	1388	8612	25
36	89593	10407	2316	7684	24
37	92350	07650	3244	6756	23
38	95106	04894	4173	5827	22
39	97863	02137	5103	4897	21
40	0,3200619	0,6799381	6034	3966	20
41	03374	96626	6965	3035	19
42	06130	93870	7897	2103	18
43	08885	91115	8830	1170	17
44	11640	88360	9764	0236	16
45	14395	85605	0,0530699	0,9469301	15
46	17149	82851	1634	8366	14
47	19903	80097	2570	7430	13
48	22657	77343	3507	6493	12
49	25411	74589	4445	5555	11
50	28164	71836	5384	4616	10
51	30917	69083	6323	3677	9
52	33670	66330	7264	2736	8
53	36422	63578	8205	1795	7
54	39174	60826	9146	0854	6
55	41926	58074	0,0540089	0,9459911	5
56	44678	55322	1032	8968	4
57	47429	52571	1977	8023	3
58	50180	49820	2922	7078	2
59	52931	47069	3868	6132	1
60	55682	44318	4814	5186	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,3345953	2,9886850	1,0544923	3,1515453	30
31	49188	857983	5950	488079	29
32	52424	829167	6978	460756	28
33	55660	800400	8007	433483	27
34	58896	771683	9037	406259	26
35	62134	743016	1,0550068	379086	25
36	65372	714399	1101	351962	24
37	68610	685831	2134	324887	23
38	71850	657312	3169	297862	22
39	75090	628842	4204	270886	21
40	78330	600422	5241	243959	20
41	81571	572050	6279	217081	19
42	84813	543727	7318	190252	18
43	88056	515453	8358	163472	17
44	91299	487227	9399	136740	16
45	94543	459050	1,0560441	110057	15
46	97787	430921	1485	083422	14
47	0,3401032	402840	2529	056835	13
48	04278	374807	3575	030296	12
49	07524	346822	4621	003805	11
50	10771	318885	5669	3,0977363	10
51	14019	290995	6718	950967	9
52	17267	263152	7768	924620	8
53	20516	235358	8819	898319	7
54	23765	207610	9871	872066	6
55	27015	179909	1,0570924	845860	5
56	30266	152256	1978	819702	4
57	33518	124649	3034	793590	3
58	36770	097089	4090	767525	2
59	40023	069576	5148	741507	1
60	43276	042109	6207	715535	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,3255682	0,6744318	0,0544814	0,9455186	60
1	58132	41568	5762	4238	59
2	61182	38818	6710	3290	58
3	63932	36068	7659	2341	57
4	66681	33319	8609	1391	56
5	69430	30570	9559	0441	55
6	72179	27821	0,0550511	0,9449489	54
7	74928	25072	1463	8537	53
8	77676	22324	2416	7584	52
9	80424	19576	3370	6630	51
10	83172	16828	4325	5675	50
11	85919	14081	5280	4720	49
12	88666	11334	6236	3764	48
13	91413	08587	7193	2807	47
14	94160	05840	8151	1849	46
15	96906	03094	9110	0890	45
16	99653	00347	0,0560069	0,9439931	44
17	0,3302398	0,6697602	1029	8971	43
18	05144	94856	1990	8010	42
19	07889	92111	2952	7048	41
20	10634	89366	3915	6085	40
21	13379	86621	4878	5122	39
22	16123	83877	5843	4157	38
23	18867	81133	6808	3192	37
24	21611	78389	7773	2227	36
25	24355	75645	8740	1260	35
26	27098	72902	9707	0293	34
27	29841	70159	0,0570676	0,9429324	33
28	32584	67416	1645	8355	32
29	35326	64674	2614	7386	31
30	38069	61931	3585	6415	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

70 Grad.

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,3443276	2,9042109	1,0576207	3,0715535	60
1	46530	014688	7267	689610	59
2	49785	2,8987314	8328	663731	58
3	53040	959986	9390	637898	57
4	56296	932704	1,0580453	612111	56
5	59553	905467	1517	586370	55
6	62810	878277	2583	560675	54
7	66068	851132	3649	535026	53
8	69327	824033	4717	509423	52
9	72586	796979	5786	483864	51
10	75846	769970	6855	458352	50
11	79107	743007	7926	432884	49
12	82368	716088	8999	407462	48
13	85630	689215	1,0590072	382084	47
14	88893	662386	1146	356752	46
15	92156	635602	2221	331464	45
16	95420	608863	3298	306221	44
17	98685	582168	4376	281023	43
18	0,3501950	555517	5454	255868	42
19	05216	528911	6534	230759	41
20	08483	502349	7615	205693	40
21	11750	475831	8697	180672	39
22	15018	449356	9781	155694	38
23	18287	422926	1,0600865	130760	37
24	21556	396539	1951	105870	36
25	24826	370196	3037	081024	35
26	28096	343896	4125	056221	34
27	31368	317639	5214	031462	33
28	34640	291426	6304	006746	32
29	37912	265256	7395	2,9982073	31
30	41186	239129	8487	957443	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Coseneverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,3338069	0,6661931	0,0573585	0,9426415	30
31	40810	59190	4556	5444	29
32	43552	56448	5529	4471	28
33	46293	53707	6502	3498	27
34	49034	50966	7475	2525	26
35	51775	48225	8450	1550	25
36	54516	45484	9425	0575	24
37	57256	42744	0,0580402	0,9419598	23
38	59996	40004	1379	8621	22
39	62735	37265	2356	7644	21
40	65475	34525	3335	6665	20
41	68214	31786	4314	5686	19
42	70953	29047	5295	4705	18
43	73691	26309	6276	3724	17
44	76429	23571	7257	2743	16
45	79167	20833	8240	1760	15
46	81905	18095	9223	0777	14
47	84642	15358	0,0590207	0,9409793	13
48	87379	12621	1192	8808	12
49	90116	09884	2178	7822	11
50	92852	07148	3165	6835	10
51	95589	04411	4152	5848	9
52	98325	01675	5140	4860	8
53	0,3401060	0,6598940	6129	3871	7
54	03796	96204	7119	2881	6
55	06531	93469	8109	1891	5
56	09265	90735	9101	0899	4
57	12000	88000	0,0600093	0,9399907	3
58	14734	85266	1086	8914	2
59	17468	82532	2079	7921	1
60	20201	79799	3074	6926	0
	Coseno.	Senoverso.	Coseneverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,3544186	2,8239129	1,0608487	2,9957443	30
31	44460	213045	9580	932856	29
32	47734	187003	1,0610675	908342	28
33	51010	161004	1770	883841	27
34	54286	135048	2867	859352	26
35	57562	109134	3965	834936	25
36	60840	083263	5064	810563	24
37	64118	057433	6164	786231	23
38	67397	031646	7265	761942	22
39	70676	005901	8367	737695	21
40	73956	2,7980198	9471	713490	20
41	77237	954537	1,0620575	689327	19
42	80518	928917	1681	665205	18
43	83801	903339	2788	641125	17
44	87083	877802	3896	617087	16
45	90367	852307	5005	593090	15
46	93651	826853	6115	569135	14
47	96936	801440	7227	545221	13
48	0,3600222	776069	8339	521348	12
49	03508	750738	9453	497516	11
50	06795	725448	1,0630568	473725	10
51	10082	700199	1684	449975	9
52	13371	674990	2801	426265	8
53	16660	649822	3919	402597	7
54	19949	624695	5038	378968	6
55	23240	599608	6158	355380	5
56	26531	574561	7280	331833	4
57	29823	549554	8403	308326	3
58	33115	524588	9527	284858	2
59	36408	499661	1,0640652	261431	1
60	39702	474774	1778	238044	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,3420201	0,6579799	0,0603074	0,9396926	60
1	22935	77065	4069	5931	59
2	25668	74332	5065	4935	58
3	28400	71600	6062	3938	57
4	31133	68867	7060	2940	56
5	33865	66135	8058	1942	55
6	36597	63403	9057	0943	54
7	39329	60671	0,0610058	0,9389942	53
8	42060	57940	1058	8942	52
9	44791	55209	2060	7940	51
10	47521	52479	3062	6938	50
11	50252	49748	4066	5934	49
12	52982	47018	5070	4930	48
13	55712	44288	6075	3925	47
14	58441	41559	7080	2920	46
15	61171	38829	8087	1913	45
16	63900	36100	9094	0906	44
17	66628	33372	0,0620102	0,9379898	43
18	69357	30643	1111	8889	42
19	72085	27915	2120	7880	41
20	74812	25188	3131	6869	40
21	77540	22460	4142	5858	39
22	80267	19733	5154	4846	38
23	82994	17006	6167	3833	37
24	85720	14280	7180	2820	36
25	88447	11553	8194	1806	35
26	91173	08827	9210	0790	34
27	93898	06102	0,0630226	0,9369774	33
28	96624	03376	1242	8758	32
29	99349	00651	2260	7740	31
30	0,3502074	0,6497926	3278	6722	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,3639702	2,7474774	1,0641778	2,9238044	60
1	42997	49927	2905	14697	59
2	46292	25120	4033	2,9191389	58
3	49588	00352	5163	68121	57
4	52885	2,7375623	6294	44892	56
5	56182	50934	7425	21703	55
6	59480	26284	8558	2,9098553	54
7	62779	01674	9693	75443	53
8	66079	2,7277102	1,0650828	52372	52
9	69379	52569	1964	29339	51
10	72680	28076	3102	06346	50
11	75981	03620	4240	2,8983391	49
12	79284	2,7179204	5380	60475	48
13	82587	54826	6521	37598	47
14	85890	30487	7663	14760	46
15	89195	06186	8807	2,8891960	45
16	92500	2,7081923	9951	69198	44
17	95806	57699	1,0661097	46474	43
18	99112	33513	2243	23789	42
19	0,3702420	09364	3391	01142	41
20	05728	2,6985254	4540	2,8778532	40
21	09036	61181	5690	55961	39
22	12346	37147	6842	33428	38
23	15656	13149	7994	10932	37
24	18967	2,6889190	9148	2,8688474	36
25	22278	65267	1,0670302	66053	35
26	25590	41383	1458	43670	34
27	28903	17535	2615	21324	33
28	32217	2,6793725	3774	2,8599015	32
29	35532	69951	4933	76744	31
30	38847	46215	6094	54510	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,3502074	0,6497926	0,0633278	0,9366722	30
31	04798	95202	4297	5703	29
32	07523	92477	5317	4683	28
33	10246	89754	6338	3662	27
34	12970	87030	7359	2641	26
35	15693	84307	8382	1618	25
36	18416	81584	9405	0595	24
37	21139	78861	0,0640429	0,9359571	23
38	23862	76138	1453	8547	22
39	26584	73416	2479	7521	21
40	29306	70694	3505	6495	20
41	32027	67973	4532	5468	19
42	34748	65252	5560	4440	18
43	37469	62531	6588	3412	17
44	40190	59810	7618	2382	16
45	42910	57090	8648	1352	15
46	45630	54370	9679	0321	14
47	48350	51650	0,0650711	0,9349289	13
48	51070	48930	1743	8257	12
49	53789	46211	2777	7223	11
50	56508	43492	3811	6189	10
51	59226	40774	4846	5154	9
52	61944	38056	5881	4119	8
53	64662	35338	6918	3082	7
54	67380	32620	7955	2045	6
55	70097	29903	8993	1007	5
56	72814	27186	0,0660032	0,9339968	4
57	75531	24469	1072	8928	3
58	78248	21752	2112	7888	2
59	80964	19036	3154	6846	1
60	83679	16321	4196	5804	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

69 Grad.

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,3738847	2,6746215	1,0676094	2,8554510	30
31	42163	22516	7255	32312	29
32	45479	2,6698853	8418	10152	28
33	48797	75227	9582	2,8188028	27
34	52115	51638	1,0680747	65941	26
35	55433	28085	1914	43891	25
36	58753	04569	3081	21877	24
37	62073	2,6581089	4250	2,8399899	23
38	65394	57645	5420	77958	22
39	68716	34238	6591	56054	21
40	72038	10867	7763	34185	20
41	75361	2,6487531	8936	12353	19
42	78685	64232	1,0690110	2,8290556	18
43	82010	40969	1286	68796	17
44	85335	17711	2463	47071	16
45	88661	2,6394549	3641	25382	15
46	91988	71392	4820	03729	14
47	95315	48271	6000	2,8182111	13
48	98644	25186	7182	60529	12
49	0,3801973	02136	8364	38982	11
50	05302	2,6279121	9548	17471	10
51	08633	56141	1,0700733	2,8095995	9
52	11964	33196	1919	74554	8
53	15296	10286	3106	53148	7
54	18629	2,6187411	4295	31777	6
55	21962	64571	5484	10441	5
56	25296	41766	6675	2,7989140	4
57	28631	18995	7867	67873	3
58	31967	2,6096259	9060	46641	2
59	35303	73558	1,0710254	25444	1
60	38640	50891	1450	04281	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,3583679	0,6416321	0,0664196	0,9335804	60
1	86395	13605	5239	4761	59
2	89110	10890	6282	3718	58
3	91825	08175	7327	2673	57
4	94540	05460	8372	1628	56
5	97254	02746	9418	0582	55
6	99968	00032	0,0670465	0,9329535	54
7	0,3602682	0,6397318	1512	8488	53
8	05395	94605	2561	7439	52
9	08108	91892	3610	6390	51
10	10821	89179	4660	5340	50
11	13534	86466	5710	4290	49
12	16246	83754	6762	3238	48
13	18958	81042	7814	2186	47
14	21669	78331	8867	1133	46
15	24380	75620	9921	0079	45
16	27091	72909	0,0680976	0,9319024	44
17	29802	70198	2031	7969	43
18	32512	67488	3088	6912	42
19	35222	64778	4145	5855	41
20	37932	62068	5203	4797	40
21	40641	59359	6261	3739	39
22	43351	56649	7321	2679	38
23	46059	53941	8381	1619	37
24	48768	51232	9442	0558	36
25	51476	48524	0,0690504	0,9309496	35
26	54184	45816	1566	8434	34
27	56891	43109	2630	7370	33
28	59599	40401	3694	6306	32
29	62306	37694	4759	5241	31
30	65012	34988	5824	4176	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,3838640	2,6050891	1,0711450	2,7904281	60
1	41978	28258	2647	2,7883153	59
2	45317	05659	3844	62059	58
3	48656	2,5983095	5043	40999	57
4	51996	60564	6244	19973	56
5	55337	38068	7445	2,7798982	55
6	58679	15606	8647	78024	54
7	62021	2,5893177	9851	57100	53
8	65364	70782	1,0721056	36211	52
9	68708	48421	2262	15355	51
10	72053	26094	3469	2,7694532	50
11	75398	03800	4678	73744	49
12	78744	2,5781539	5887	52988	48
13	82091	59312	7098	32267	47
14	85439	37118	8310	11578	46
15	88787	14957	9523	2,7590923	45
16	92136	2,5692830	1,0730737	70301	44
17	95486	70735	1953	49712	43
18	98837	48674	3170	29157	42
19	0,3902189	26645	4388	08634	41
20	05541	04649	5607	2,7488144	40
21	08894	2,5582686	6827	67687	39
22	12247	60756	8048	47263	38
23	15602	38858	9271	26871	37
24	18957	16992	1,0740495	06512	36
25	22313	2,5495160	1720	2,7386186	35
26	25670	73359	2946	65892	34
27	29027	51591	4173	45630	33
28	32386	29855	5402	25400	32
29	35745	08151	6631	05203	31
30	39105	2,5386479	7862	2,7285038	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,3665012	0,6334988	0,0695824	0,9304176	30
31	67719	32281	6891	3109	29
32	70425	29575	7958	2042	28
33	73130	26870	9026	0974	27
34	75836	24164	0,0700095	0,9299905	26
35	78541	21459	1165	8835	25
36	81246	18754	2235	7765	24
37	83950	16050	3306	6694	23
38	86654	13346	4378	5622	22
39	89358	10642	5451	4549	21
40	92061	07939	6525	3475	20
41	94765	05235	7599	2401	19
42	97468	02532	8674	1326	18
43	0,3700170	0,6299830	9750	0250	17
44	02872	97128	0,0710827	0,9289173	16
45	05574	94426	1904	8096	15
46	08276	91724	2983	7017	14
47	10977	89023	4062	5938	13
48	13678	86322	5142	4858	12
49	16379	83621	6222	3778	11
50	19079	80921	7304	2696	10
51	21780	78220	8386	1614	9
52	24479	75521	9469	0531	8
53	27179	72821	0,0720553	0,9279447	7
54	29878	70122	1637	8363	6
55	32577	67423	2723	7277	5
56	35275	64725	3809	6191	4
57	37973	62027	4896	5104	3
58	40671	59329	5984	4016	2
59	43369	56631	7072	2928	1
60	46066	53934	8161	1839	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,3939105	2,5386479	1,0747862	2,7285038	30
31	42465	64839	9095	64905	29
32	45827	43231	1,0750328	44804	28
33	49189	21655	1562	24735	27
34	52552	00111	2798	04698	26
35	55916	2,5278598	4035	2,7184693	25
36	59280	57117	5273	64719	24
37	62645	35667	6512	44777	23
38	66011	14249	7753	24866	22
39	69378	2,5192863	8995	04987	21
40	72746	71507	1,0760237	2,7085139	20
41	76114	50183	1481	65323	19
42	79483	28890	2727	45538	18
43	82853	07629	3973	25784	17
44	86224	2,5086398	5221	06061	16
45	89595	65198	6470	2,6986370	15
46	92968	44029	7720	66709	14
47	96341	22891	8971	47079	13
48	99715	01784	1,0770224	27480	12
49	0,4003089	2,4980707	1477	07912	11
50	06465	59661	2732	2,6888374	10
51	09841	38645	3988	68867	9
52	13218	17660	5246	49391	8
53	16596	2,4896706	6504	29945	7
54	19974	75781	7764	10530	6
55	23354	54887	9025	2,6791145	5
56	26734	34023	1,0780287	71790	4
57	30115	13190	1550	52465	3
58	33496	2,4792386	2815	33171	2
59	36879	71612	4080	13906	1
60	40262	50869	5347	2,6694672	0
'	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,3746066	0,6253934	0,0728161	0,9271839	60
1	48763	51237	9252	0748	59
2	51459	48541	0,0730342	0,9269658	58
3	54156	45844	1434	8566	57
4	56852	43148	2526	7474	56
5	59547	40453	3620	6380	55
6	62243	37757	4714	5286	54
7	64938	35062	5808	4192	53
8	67632	32368	6904	3096	52
9	70327	29673	8000	2000	51
10	73021	26979	9098	0902	50
11	75714	24286	0,0740195	0,9259805	49
12	78408	21592	1294	8706	48
13	81101	18899	2394	7606	47
14	83794	16206	3494	6506	46
15	86486	13514	4595	5405	45
16	89178	10822	5697	4303	44
17	91870	08130	6799	3201	43
18	94562	05438	7903	2097	42
19	97253	02747	9007	0993	41
20	99944	00056	0,0750112	0,9249888	40
21	0,3802634	0,6197366	1218	8782	39
22	05324	94676	2324	7676	38
23	08014	91986	3432	6568	37
24	10704	89296	4540	5460	36
25	13393	86607	5649	4351	35
26	16082	83918	6758	3242	34
27	18770	81230	7869	2131	33
28	21459	78541	8980	1020	32
29	24147	75853	0,0760092	0,9239908	31
30	26834	73166	1205	8795	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	'
0	0,4040262	2,4750869	1,0785347	2,6694672	60
1	43646	30155	6616	75467	59
2	47031	09470	7885	56292	58
3	50417	2,4688816	9156	37148	57
4	53804	68191	1,0790427	18033	56
5	57191	47596	1700	2,6598947	55
6	60579	27030	2975	79891	54
7	63968	06494	4250	60865	53
8	67358	2,4585987	5527	41868	52
9	70748	65510	6805	22901	51
10	74139	45061	8084	03962	50
11	77531	24642	9364	2,6485054	49
12	80924	04252	1,0800646	66174	48
13	84318	2,4483891	1928	47323	47
14	87713	63559	3212	28502	46
15	91108	43256	4497	09710	45
16	94504	22982	5784	2,6390946	44
17	97901	02736	7071	72211	43
18	0,4101299	2,4382519	8360	53506	42
19	04697	62331	9650	34828	41
20	08097	42172	1,0810942	16180	40
21	11497	22041	2234	2,6297560	39
22	14898	01938	3528	78969	38
23	18300	2,4281864	4823	60406	37
24	21703	61819	6119	41872	36
25	25106	41801	7417	23366	35
26	28510	21812	8715	04888	34
27	31915	01851	1,0820015	2,6186439	33
28	35321	2,4181918	1316	68018	32
29	38728	62013	2618	49624	31
30	42136	42136	3922	31259	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,3826834	0,6173166	0,0761205	0,9238795	30
31	29522	70478	2318	7682	29
32	32209	67791	3433	6567	28
33	34895	65105	4548	5452	27
34	37582	62418	5664	4336	26
35	40268	59732	6780	3220	25
36	42953	57047	7898	2102	24
37	45639	54361	9016	0984	23
38	48324	51676	0,0770135	0,9229865	22
39	51008	48992	1255	8745	21
40	53693	46307	2376	7624	20
41	56377	43623	3497	6503	19
42	59060	40940	4619	5381	18
43	61744	38256	5742	4258	17
44	64427	35573	6866	3134	16
45	67110	32890	7990	2010	15
46	69792	30208	9116	0884	14
47	72474	27526	0,0780242	0,9219758	13
48	75156	24844	1368	8632	12
49	77837	22163	2496	7504	11
50	80518	19482	3625	6375	10
51	83199	16801	4754	5246	9
52	85880	14120	5884	4116	8
53	88560	11440	7014	2986	7
54	91240	08760	8146	1854	6
55	93919	06081	9278	0722	5
56	96598	03402	0,0790411	0,9209589	4
57	99277	00723	1545	8455	3
58	0,3901955	0,6098045	2680	7320	2
59	04633	95367	3815	6185	1
60	07311	92689	4951	5049	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,4142136	2,4142136	1,0823922	2,6131259	30
31	45544	22286	5227	12922	29
32	48953	02465	6533	2,6094613	28
33	52363	2,4082672	7840	76332	27
34	55774	62906	9149	58078	26
35	59186	43168	1,0830458	39852	25
36	62598	23457	1769	21654	24
37	66012	03774	3081	03484	23
38	69426	2,3984118	4395	2,5985341	22
39	72841	64490	5709	67225	21
40	76257	44889	7025	49137	20
41	79673	25316	8342	31077	19
42	83091	05769	9661	13043	18
43	86509	2,3886250	1,0840980	2,5895037	17
44	89928	66758	2301	77058	16
45	93348	47293	3623	59107	15
46	96769	27855	4947	41182	14
47	0,4200190	08444	6271	23284	13
48	03613	2,3789060	7597	05414	12
49	07036	69703	8924	2,5787570	11
50	10460	50372	1,0850252	69753	10
51	13885	31068	1582	51963	9
52	17311	11791	2913	34199	8
53	20738	2,3692540	4245	16462	7
54	24165	73316	5578	2,5698752	6
55	27594	54118	6912	81069	5
56	31023	34946	8248	63412	4
57	34453	15804	9585	45781	3
58	37884	2,3596683	1,0860924	28176	2
59	41316	77590	2263	10599	1
60	44748	58524	3604	2,5593047	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,3907311	0,6092689	0,0794951	0,9205049	60
1	09989	90011	6088	3912	59
2	12666	87334	7226	2774	58
3	15343	84657	8365	1635	57
4	18019	81981	9504	0496	56
5	20695	79305	0,0800644	0,9199356	55
6	23371	76629	1785	8215	54
7	26047	73953	2927	7073	53
8	28722	71278	4069	5931	52
9	31397	68603	5212	4788	51
10	34071	65929	6356	3644	50
11	36745	63255	7501	2499	49
12	39419	60581	8647	1353	48
13	42093	57907	9793	0207	47
14	44766	55234	0,0810940	0,9189060	46
15	47439	52561	2088	7912	45
16	50111	49889	3237	6763	44
17	52783	47217	4386	5614	43
18	55455	44545	5536	4464	42
19	58127	41873	6687	3313	41
20	60798	39202	7839	2161	40
21	63468	36532	8991	1009	39
22	66139	33861	0,0820145	0,9179855	38
23	68809	31191	1299	8701	37
24	71479	28521	2454	7546	36
25	74148	25852	3609	6391	35
26	76818	23182	4766	5234	34
27	79486	20514	5923	4077	33
28	82155	17845	7081	2919	32
29	84823	15177	8240	1760	31
30	87491	12509	9399	0601	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,4244748	2,3558524	1,0863604	2,5393047	60
1	48182	39483	4946	75521	59
2	51616	20469	6289	58022	58
3	55051	01481	7634	40548	57
4	58487	2,3482519	8979	23101	56
5	61924	63582	1,0870326	05680	55
6	65361	44672	1675	2,5488284	54
7	68800	25787	3024	70915	53
8	72239	06928	4375	53571	52
9	75680	2,3388095	5727	36253	51
10	79121	69287	7080	18961	50
11	82563	50505	8435	01694	49
12	86005	31748	9791	2,5384453	48
13	89449	13017	1,0881148	67238	47
14	92894	2,3294311	2506	50048	46
15	96339	75630	3866	32883	45
16	99785	56975	5226	15744	44
17	0,4303232	38345	6589	2,5298630	43
18	06680	19740	7952	81541	42
19	10129	01160	9317	64478	41
20	13579	2,3182606	1,0890682	47440	40
21	17030	64076	2050	30426	39
22	20481	45571	3418	13438	38
23	23933	27092	4788	2,5196475	37
24	27386	08637	6159	79537	36
25	30840	2,3090206	7531	62624	35
26	34295	71801	8904	45735	34
27	37754	53420	1,0900279	28871	33
28	41208	35064	1655	12032	32
29	44665	16732	3032	2,5095218	31
30	48124	2,2998425	4411	78428	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

66 Grad.

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,3987491	0,6012509	0,0829399	0,9170601	30
31	90158	09842	0,0830560	0,9169440	29
32	92825	07175	1721	8279	28
33	95492	04508	2882	7118	27
34	98158	01842	4045	5955	26
35	0,4000825	0,5999175	5209	4791	25
36	03490	96510	6373	3627	24
37	06156	93844	7538	2462	23
38	08821	91179	8703	1297	22
39	11485	88514	9870	0130	21
40	14150	85850	0,0841037	0,9158963	20
41	16814	83186	2205	7795	19
42	19478	80522	3374	6626	18
43	22141	77859	4544	5456	17
44	24804	75196	5714	4286	16
45	27467	72533	6885	3115	15
46	30129	69871	8057	1943	14
47	32791	67209	9230	0770	13
48	35453	64547	0,0850403	0,9149597	12
49	38114	61886	1578	8422	11
50	40775	59225	2753	7247	10
51	43436	56564	3928	6072	9
52	46096	53904	5105	4895	8
53	48756	51244	6282	3718	7
54	51416	48584	7460	2540	6
55	54075	45925	8639	1361	5
56	56734	43266	9819	0181	4
57	59393	40607	0,0860999	0,9139001	3
58	62051	37949	2181	7819	2
59	64709	35291	3363	6637	1
60	67366	32634	4545	5455	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

66 Grad.

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,4348124	2,2998425	1,0904411	2,5078428	30
31	51583	80143	5791	61663	29
32	55043	61885	7172	44923	28
33	58504	43651	8554	28207	27
34	61966	25442	9938	11515	26
35	65429	07257	1,0911323	2,4994848	25
36	68893	2,2889096	2709	78204	24
37	72357	70959	4097	61586	23
38	75823	52846	5485	44991	22
39	79289	34758	6876	28421	21
40	82756	16693	8267	11874	20
41	86224	2,2798653	9659	2,4895352	19
42	89693	80636	1,0921053	78854	18
43	93163	62643	2448	62380	17
44	96634	44674	3845	45929	16
45	0,4400105	26729	5243	29503	15
46	03578	08807	6642	13100	14
47	07051	2,2690909	8042	2,4796721	13
48	10526	73035	9444	80366	12
49	14001	55184	1,0930846	64034	11
50	17477	37357	2251	47726	10
51	20954	19554	3656	31442	9
52	24432	01773	5063	15181	8
53	27910	2,2584016	6471	2,4698943	7
54	31390	66283	7880	82729	6
55	34871	48572	9291	66538	5
56	38352	30885	1,0940702	50371	4
57	41834	13221	2116	34227	3
58	45318	2,2495580	3530	18106	2
59	48802	77962	4946	02008	1
60	52287	60368	6363	2,4585933	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,4067366	0,5932634	0,0864545	0,9135455	60
1	70024	29976	5729	4271	59
2	72681	27319	6913	3087	58
3	75337	24663	8098	1902	57
4	77993	22007	9284	0716	56
5	80649	19351	0,0870471	0,9129529	55
6	83305	16695	1658	8342	54
7	85960	14040	2846	7154	53
8	88615	11385	4035	5965	52
9	91269	08731	5225	4775	51
10	93923	06077	6416	3584	50
11	96577	03423	7607	2393	49
12	99230	00770	8799	1201	48
13	0,4101883	0,5898117	9992	0008	47
14	04536	95464	0,0881185	0,9118815	46
15	07189	92811	2380	7620	45
16	09841	90159	3575	6425	44
17	12492	87508	4771	5229	43
18	15144	84856	5967	4033	42
19	17795	82205	7165	2835	41
20	20445	79555	8363	1637	40
21	23096	76904	9562	0438	39
22	25745	74255	0,0890762	0,9109238	38
23	28395	71605	1962	8038	37
24	31044	68956	3163	6837	36
25	33693	66307	4365	5635	35
26	36342	63658	5568	4432	34
27	38990	61010	6772	3228	33
28	41638	58362	7976	2024	32
29	44285	55715	9181	0819	31
30	46932	53068	0,0900387	0,9099613	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	'
0	0,4452287	2,2460368	1,0946363	2,4585933	60
1	55773	42796	7781	69882	59
2	59260	25247	9201	53853	58
3	62747	07721	1,0950622	37848	57
4	66236	2,2390218	2044	21865	56
5	69726	72738	3467	05905	55
6	73216	55280	4892	2,4489968	54
7	76708	37845	6318	74054	53
8	80200	20433	7746	58163	52
9	83693	03043	9174	42294	51
10	87187	2,2285676	1,0960604	26448	50
11	90682	68331	2036	10624	49
12	94178	51009	3468	2,4394823	48
13	97675	33709	4902	79045	47
14	0,4501173	16432	6337	63289	46
15	04672	2,2199177	7774	47555	45
16	08171	31944	9212	31844	44
17	11672	64733	1,0970651	16155	43
18	15173	47545	2091	00489	42
19	18676	30379	3533	2,4284844	41
20	22179	13234	4976	69222	40
21	25683	2,2096112	6420	53622	39
22	29188	79012	7866	38044	38
23	32694	61934	9313	22488	37
24	36201	44878	1,0980761	06954	36
25	39709	27843	2211	2,4191442	35
26	43218	10831	3662	75952	34
27	46728	2,1993840	5114	60484	33
28	50238	76871	6568	45038	32
29	53750	59923	8023	29613	31
30	57263	42997	9479	14210	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,4146932	0,5853068	0,0900387	0,9099613	30
31	49579	50421	1594	8406	29
32	52226	47774	2801	7199	28
33	54872	45128	4010	5990	27
34	57517	42483	5219	4781	26
35	60163	39837	6428	3572	25
36	62808	37192	7639	2361	24
37	65453	34547	8850	1150	23
38	68097	31903	0,0910062	0,9089938	22
39	70741	29259	1275	8725	21
40	73385	26615	2489	7511	20
41	76028	23972	3703	6297	19
42	78671	21329	4918	5082	18
43	81313	18687	6134	3866	17
44	83956	16044	7351	2649	16
45	86597	13403	8568	1432	15
46	89239	10761	9786	0214	14
47	91880	08120	0,0921005	0,9078995	13
48	94521	05479	2225	7775	12
49	97161	02839	3446	6554	11
50	99801	00199	4667	5333	10
51	0,4202441	0,5797559	5889	4111	9
52	05080	94920	7112	2888	8
53	07719	92281	8335	1665	7
54	10358	89642	9560	0440	6
55	12996	87004	0,0930785	0,9069215	5
56	15634	84366	2011	7989	4
57	18272	81728	3238	6762	3
58	20909	79091	4465	5535	2
59	23546	76454	5693	4307	1
60	26183	73817	6922	3078	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,4557263	2,1942997	1,0989479	2,4114210	30
31	60776	26093	1,0990936	2,4098829	29
32	64290	09210	2395	83469	28
33	67806	2,1892349	3855	68132	27
34	71322	75510	5317	52815	26
35	74839	58691	6779	37520	25
36	78357	41894	8243	22247	24
37	81877	25119	9709	06995	23
38	85397	08364	1,1001175	2,3991764	22
39	88918	2,1791631	2644	76555	21
40	92439	74920	4113	61367	20
41	95962	58229	5584	46201	19
42	99486	41559	7056	31055	18
43	0,4603011	24911	8529	15931	17
44	06537	08283	1,1010004	00828	16
45	10063	2,1691677	1480	2,3885746	15
46	13591	75091	2957	70685	14
47	17119	58527	4436	55645	13
48	20649	41983	5916	40625	12
49	24179	25460	7397	25627	11
50	27710	08958	8879	10650	10
51	31243	2,1592476	1,1020363	2,3795694	9
52	34776	76015	1849	80758	8
53	38310	59575	3335	65843	7
54	41845	43156	4823	50949	6
55	45382	26757	6313	36075	5
56	48919	10378	7803	21222	4
57	52457	2,1494021	9295	06390	3
58	55996	77683	1,1030789	2,3691578	2
59	59536	61366	2283	76787	1
60	63077	45069	3779	62016	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

65 Grad.

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,4226183	0,5773817	0,0936922	0,9063078	60
1	28819	71181	8152	1848	59
2	31455	68545	9382	0618	58
3	34090	65910	0,0940614	0,9059386	57
4	36725	63275	1846	8154	56
5	39360	60640	3078	6922	55
6	41994	58006	4312	5688	54
7	44628	55372	5546	4454	53
8	47262	52738	6781	3219	52
9	49895	50105	8017	1983	51
10	52528	47472	9254	0746	50
11	55161	44839	0,0950491	0,9049509	49
12	57793	42207	1729	8271	48
13	60425	39575	2968	7032	47
14	63056	36944	4208	5792	46
15	65687	34313	5449	4551	45
16	68318	31682	6690	3310	44
17	70949	29051	7932	2068	43
18	73579	26421	9175	0825	42
19	76208	23792	0,0960418	0,9039582	41
20	78838	21162	1662	8338	40
21	81467	18533	2907	7093	39
22	84095	15905	4153	5847	38
23	86723	13277	5400	4600	37
24	89351	10649	6647	3353	36
25	91979	08021	7895	2105	35
26	94606	05394	9144	0856	34
27	97233	02767	0,0970394	0,9029606	33
28	99859	00141	1644	8356	32
29	0,4302485	0,5697515	2895	7105	31
30	05111	94889	4147	5853	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,4663077	2,1445069	1,1033779	2,3662046	60
1	66648	28793	5277	47265	59
2	70161	12537	6775	32535	58
3	73705	2,1396301	8275	17826	57
4	77250	80085	9777	03136	56
5	80796	63890	1,1041279	2,3588467	55
6	84342	47714	2783	73818	54
7	87890	31559	4289	59189	53
8	91439	15423	5795	44581	52
9	94988	2,1299308	7303	29992	51
10	98539	83213	8813	15424	50
11	0,4702090	67137	1,1050324	00875	49
12	05643	51082	1836	2,3486347	48
13	09196	35046	3349	71838	47
14	12751	19030	4864	57349	46
15	16306	03034	6380	42881	45
16	19863	2,1187057	7898	28432	44
17	23420	71101	9417	14002	43
18	26978	55164	1,1060937	2,3399593	42
19	30538	39246	2458	85203	41
20	34098	23348	3981	70833	40
21	37659	07470	5506	56482	39
22	41222	2,1091611	7031	42152	38
23	44785	75771	8558	27840	37
24	48349	59951	1,1070087	13548	36
25	51914	44150	1616	2,3299276	35
26	55481	28369	3147	85023	34
27	59048	12607	4680	70790	33
28	62616	2,0996864	6214	56575	32
29	66185	81140	7749	42384	31
30	69755	65436	9285	28205	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,4305111	0,5694889	0,0974147	0,9025853	30
31	07736	92264	5400	4600	29
32	10361	89639	6653	3347	28
33	12986	87014	7908	2092	27
34	15610	84390	9162	0838	26
35	18234	81766	0,0980418	0,9019582	25
36	20857	79143	1675	8325	24
37	23481	76519	2932	7068	23
38	26103	73897	4190	5810	22
39	28726	71274	5449	4551	21
40	31348	68652	6708	3292	20
41	33970	66030	7969	2031	19
42	36591	63409	9230	0770	18
43	39212	60788	0,0990492	0,9009508	17
44	41832	58168	1754	8246	16
45	44453	55547	3018	6982	15
46	47072	52928	4282	5718	14
47	49692	50308	5547	4453	13
48	52311	47689	6812	3188	12
49	54930	45070	8079	1921	11
50	57548	42452	9346	0654	10
51	60166	39834	0,1000614	0,8999386	9
52	62784	37216	1883	8117	8
53	65401	34599	3152	6848	7
54	68018	31982	4422	5578	6
55	70634	29366	5693	4307	5
56	73251	26749	6965	3035	4
57	75866	24134	8237	1763	3
58	78482	21518	9511	0489	2
59	81097	18903	0,1040785	0,8989215	1
60	83711	16289	2060	7940	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

64 Grad.

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,4769755	2,0965436	1,1079285	2,3228205	30
31	73326	49751	1,1080823	14049	29
32	76899	34085	2363	2,3199942	28
33	80472	18437	3903	85794	27
34	84046	02809	5445	71695	26
35	87621	2,0887200	6989	57615	25
36	91197	71610	8533	43554	24
37	94774	56039	1,1090079	29513	23
38	98352	40487	1627	15490	22
39	0,4801932	24953	3176	01486	21
40	05512	09438	4726	2,3087501	20
41	09093	2,0793942	6277	73536	19
42	12675	78465	7830	59588	18
43	16258	63007	9385	45660	17
44	19842	47567	1,1100940	31751	16
45	23427	32146	2498	17860	15
46	27014	16743	4056	03988	14
47	30601	01359	5616	2,2990134	13
48	34189	2,0685994	7177	76299	12
49	37778	70646	8740	62483	11
50	41368	55318	1,1110304	48685	10
51	44959	40008	1869	34906	9
52	48552	24716	3436	21145	8
53	52145	09442	5004	07403	7
54	55739	2,0594187	6573	2,2893679	6
55	59334	78950	8144	79974	5
56	62931	63732	9716	66286	4
57	66528	48531	1,1121290	52618	3
58	70126	33349	2865	38967	2
59	73726	18185	4442	25335	1
60	77326	03038	6019	11720	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Sene.	Cosenoverso.	Senoverso.	Cosene.	
0	0,4383711	0,5616289	0,1012060	0,8987940	60
1	86326	13674	3335	6665	59
2	88940	11060	4611	5389	58
3	91553	08447	5888	4112	57
4	94166	05834	7166	2834	56
5	96779	03221	8445	1555	55
6	99392	00608	9724	0276	54
7	0,4402004	0,5597996	0,1021004	0,8978996	53
8	04615	95385	2285	7715	52
9	07227	92773	3567	6433	51
10	09838	90162	4849	5151	50
11	12448	87552	6132	3868	49
12	15059	84941	7416	2584	48
13	17668	82332	8701	1299	47
14	20278	79722	9986	0014	46
15	22887	77113	0,1031273	0,8968727	45
16	25496	74504	2560	7440	44
17	28104	71896	3847	6153	43
18	30712	69288	5136	4864	42
19	33319	66681	6425	3575	41
20	35927	64073	7715	2285	40
21	38534	61466	9006	0994	39
22	41140	58860	0,1040297	0,8959703	38
23	43746	56254	1589	8411	37
24	46352	53648	2882	7118	36
25	48957	51043	4176	5824	35
26	51562	48438	5471	4529	34
27	54167	45833	6766	3234	33
28	56771	43229	8062	1938	32
29	59375	40625	9359	0641	31
30	61978	38022	0,1050656	0,8949344	30
	Cosene.	Senoverso.	Cosenoverso.	Sene.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,4877326	2,0503038	1,1126049	2,2841720	60
1	80927	2,0487940	7599	2,2798124	59
2	84530	72800	9179	84546	58
3	88133	57708	1,1130761	70987	57
4	91737	42634	2345	57445	56
5	95343	27578	3929	43921	55
6	98949	12540	5516	30415	54
7	0,4902557	2,0397519	7103	16927	53
8	06166	82517	8692	03457	52
9	09775	67532	1,1140282	2,2690005	51
10	13386	52565	1874	76571	50
11	16997	37615	3467	63155	49
12	20610	22683	5062	49756	48
13	24224	07769	6658	36376	47
14	27838	2,0292873	8255	23012	46
15	31454	77994	9854	09667	45
16	35071	63133	1,1151454	2,2596339	44
17	38689	48289	3056	83029	43
18	42308	33462	4659	69736	42
19	45928	18654	6263	56461	41
20	49549	03862	7869	43204	40
21	53171	2,0189088	9476	29964	39
22	56794	74331	1,1161084	16741	38
23	60418	59592	2694	03536	37
24	64043	44869	4306	2,2490348	36
25	67669	30164	5919	77178	35
26	71297	15477	7533	64025	34
27	74925	00806	9148	50889	33
28	78554	2,0086153	1,1170766	37770	32
29	82185	71516	2384	24669	31
30	85816	56897	4004	11585	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,4461978	0,5538022	0,1050656	0,8949344	30
31	64581	35419	1955	8045	29
32	67184	32816	3254	6746	28
33	69786	30214	4554	5446	27
34	72388	27612	5854	4146	26
35	74990	25010	7156	2844	25
36	77591	22409	8458	1542	24
37	80192	19808	9760	0240	23
38	82792	17208	0,1061064	0,8938936	22
39	85392	14608	2368	7632	21
40	87992	12008	3674	6326	20
41	90591	09409	4979	5021	19
42	93190	06810	6286	3714	18
43	95789	04211	7594	2406	17
44	98387	01613	8902	1098	16
45	0,4500984	0,5499016	0,1070211	0,8929789	15
46	03582	96418	1520	8480	14
47	06179	93821	2831	7169	13
48	08775	91225	4142	5858	12
49	11372	88628	5454	4546	11
50	13967	86033	6766	3234	10
51	16563	83437	8080	1920	9
52	19158	80842	9394	0606	8
53	21753	78247	0,1080709	0,8919291	7
54	24347	75653	2025	7975	6
55	26941	73059	3341	6659	5
56	29535	70465	4658	5342	4
57	32128	67872	5976	4024	3
58	34721	65279	7295	2705	2
59	37313	62687	8615	1385	1
60	39905	60095	9935	0065	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,4985816	2,0056897	1,1174004	2,2411585	30
31	89449	42295	5625	2,2398547	29
32	93082	27740	7248	85468	28
33	96717	13142	8872	72435	27
34	0,5000352	1,9998590	1,1180498	59419	26
35	03989	84056	2124	46420	25
36	07627	69539	3753	33438	24
37	11266	55038	5383	20474	23
38	14906	40554	7014	07526	22
39	18547	26087	8647	2,2294595	21
40	22189	11637	1,1190281	81681	20
41	25832	1,9897204	1916	68783	19
42	29476	82787	3553	55903	18
43	33121	68387	5191	43039	17
44	36768	54003	6831	30192	16
45	40415	39636	8472	17362	15
46	44063	25286	1,1200115	04548	14
47	47713	10952	1759	2,2191752	13
48	51363	1,9796635	3405	78971	12
49	55015	82334	5051	66208	11
50	58668	68050	6700	53460	10
51	62322	53782	8350	40730	9
52	65977	39531	1,1210001	28016	8
53	69633	25296	1653	15318	7
54	73290	11077	3308	02637	6
55	76948	1,9696874	4963	2,2089972	5
56	80607	82688	6620	77323	4
57	84267	68518	8278	64691	3
58	87929	54364	9938	52075	2
59	91591	40227	1,1221600	39476	1
60	95254	26105	3262	26893	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,4539905	0,5460095	0,1089935	0,8910065	60
1	42497	57503	0,1091256	0,8908744	59
2	45088	54912	2577	7423	58
3	47679	52321	3900	6100	57
4	50269	49731	5223	4777	56
5	52859	47141	6547	3453	55
6	55449	44551	7872	2128	54
7	58038	41962	9197	0803	53
8	60627	39373	0,1100524	0,8899476	52
9	63216	36784	1851	8149	51
10	65804	34196	3178	6822	50
11	68392	31608	4507	5493	49
12	70979	29021	5836	4164	48
13	73566	26434	7166	2834	47
14	76153	23847	8497	1503	46
15	78739	21261	9829	0171	45
16	81325	18675	0,1111161	0,8888839	44
17	83910	16090	2494	7506	43
18	86496	13504	3828	6172	42
19	89080	10920	5162	4838	41
20	91665	08335	6497	3503	40
21	94248	05752	7834	2166	39
22	96832	03168	9170	0830	38
23	99415	00585	0,1120508	0,8879492	37
24	0,4601998	0,5398002	1846	8154	36
25	04580	95420	3185	6815	35
26	07162	92838	4525	5475	34
27	09744	90256	5866	4134	33
28	12325	87675	7207	2793	32
29	14906	85094	8549	1451	31
30	17486	82514	9892	0108	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,5095254	1,9626105	1,1223262	2,3026893	60
1	98919	12000	4927	14326	59
2	0,5102585	1,9597910	6592	01775	58
3	06252	83837	8259	2,1989240	57
4	09919	69780	9928	76721	56
5	13588	55739	1,1231598	64219	55
6	17259	41713	3269	51733	54
7	20930	27704	4942	39262	53
8	24602	13711	6616	26808	52
9	28275	1,9499733	8292	14370	51
10	31950	85772	9969	01947	50
11	35625	71826	1,1241648	2,1889541	49
12	39302	57896	3328	77150	48
13	42980	43981	5010	64775	47
14	46658	30083	6693	52417	46
15	50338	16200	8377	40074	45
16	54019	02333	1,1250063	27746	44
17	57702	1,9388481	1750	15435	43
18	61385	74645	3439	03139	42
19	65069	60825	5130	2,1790859	41
20	68755	47020	6821	78595	40
21	72441	33231	8514	66346	39
22	76129	19457	1,1260209	54113	38
23	79818	05699	1905	41895	37
24	83508	1,9291956	3603	29693	36
25	87199	78228	5302	17506	35
26	90891	64516	7003	05335	34
27	94584	50819	8705	2,1693180	33
28	98278	37138	1,1270408	81040	32
29	0,5201974	23472	2113	68915	31
30	05671	09821	3819	56806	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,4617486	0,5382514	0,1129892	0,8870108	30
31	20066	79934	0,1131235	0,8868765	29
32	22646	77354	2580	7420	28
33	25225	74775	3925	6075	27
34	27804	72196	5270	4730	26
35	30382	69618	6617	3383	25
36	32960	67040	7964	2036	24
37	35538	64462	9312	0688	23
38	38115	61885	0,1140661	0,8859339	22
39	40692	59308	2011	7989	21
40	43269	56731	3361	6639	20
41	45845	54155	4712	5288	19
42	48420	51580	6064	3936	18
43	50996	49004	7416	2584	17
44	53571	46429	8770	1230	16
45	56145	43855	0,1150124	0,8849876	15
46	58719	41281	1478	8522	14
47	61293	38707	2834	7166	13
48	63866	36134	4190	5810	12
49	66439	33561	5547	4453	11
50	69012	30988	6905	3095	10
51	71584	28416	8264	1736	9
52	74156	25844	9623	0377	8
53	76727	23273	0,1160983	0,8839017	7
54	79298	20702	2344	7656	6
55	81869	18131	3705	6295	5
56	84439	15561	5067	4933	4
57	87009	12991	6431	3569	3
58	89578	10422	7794	2206	2
59	92147	07853	9159	0841	1
60	94716	05284	0,1170524	0,8829476	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,5205671	1,9209821	1,1273819	2,1656806	30
31	09368	1,9196186	5527	44712	29
32	13067	82565	7237	32633	28
33	16767	68960	8948	20570	27
34	20468	55370	1,1280660	08522	26
35	24170	41795	2374	2,1596489	25
36	27874	28236	4089	84471	24
37	31578	14691	5806	72469	23
38	35284	01162	7524	60482	22
39	38990	1,9087647	9244	48510	21
40	42698	74147	1,1290965	36553	20
41	46407	60663	2687	24611	19
42	50117	47193	4412	12684	18
43	53829	33738	6137	00772	17
44	57541	20299	7864	2,1488875	16
45	61255	06874	9593	76993	15
46	64969	1,8993464	1,1301323	65127	14
47	68685	80068	3055	53275	13
48	72402	66688	4788	41438	12
49	76120	53322	6522	29615	11
50	79839	39971	8258	17808	10
51	83560	26635	9996	06015	9
52	87281	13313	1,1311735	2,1394238	8
53	91004	00006	3475	82475	7
54	94727	1,8886713	5217	70726	6
55	98452	73436	6961	58993	5
56	0,5302178	60172	8706	47274	4
57	05906	46924	1,1320452	35570	3
58	09634	33690	2200	23880	2
59	13364	20470	3950	12205	1
60	17094	07265	5701	00545	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,4694716	0,5305284	0,1170524	0,8829476	60
1	97284	02716	1890	8110	59
2	99852	00148	3257	6743	58
3	0,4702419	0,5297581	4624	5376	57
4	04986	95014	5993	4007	56
5	07553	92447	7362	2638	55
6	10119	89881	8731	1269	54
7	12685	87315	0,1180102	0,8819898	53
8	15250	84750	1473	8527	52
9	17815	82185	2845	7155	51
10	20380	79620	4218	5782	50
11	22944	77056	5591	4409	49
12	25508	74492	6965	3035	48
13	28071	71929	8340	1660	47
14	30634	69366	9716	0284	46
15	33197	66803	0,1191093	0,8808907	45
16	35759	64241	2470	7530	44
17	38321	61679	3848	6152	43
18	40882	59118	5226	4774	42
19	43443	56557	6606	3394	41
20	46004	53996	7986	2014	40
21	48564	51436	9367	0633	39
22	51124	48876	0,1200749	0,8799251	38
23	53683	46317	2131	7869	37
24	56242	43758	3514	6486	36
25	58801	41199	4898	5102	35
26	61359	38641	6283	3717	34
27	63917	36083	7668	2332	33
28	66474	33526	9054	0946	32
29	69031	30969	0,1210441	0,8789559	31
30	71588	28412	1829	8171	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,5317094	1,8807265	1,1325701	2,1300545	60
1	20826	1,8794074	7453	2,1288899	59
2	24559	80898	9207	77267	58
3	28293	67736	1,1330962	65651	57
4	32029	54588	2719	54048	56
5	35765	41455	4478	42460	55
6	39503	28336	6238	30887	54
7	43242	15231	7999	19328	53
8	46981	02141	9762	07783	52
9	50723	1,8689065	1,1341527	2,1196253	51
10	54465	76003	3293	84737	50
11	58208	62955	5060	73235	49
12	61953	49921	6829	61748	48
13	65699	36902	8600	50274	47
14	69446	23896	1,1350372	38815	46
15	73194	10905	2146	27371	45
16	76943	1,8597928	3921	15940	44
17	80694	84965	5697	04523	43
18	84445	72015	7476	2,1093121	42
19	88198	59080	9255	81733	41
20	91952	46159	1,1361036	70359	40
21	95707	33252	2819	58998	39
22	99464	20358	4603	47652	38
23	0,5403221	07479	6389	36320	37
24	06980	1,8494613	8176	25002	36
25	10740	81761	9965	13698	35
26	14501	68923	1,1371755	02408	34
27	18263	56099	3547	2,0991131	33
28	22027	43289	5341	79869	32
29	25791	30492	7135	68620	31
30	29557	17709	8932	57385	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,4771588	0,5228412	0,1211829	0,8788171	30
31	74144	25856	3217	6783	29
32	76700	23300	4606	5394	28
33	79255	20745	5996	4004	27
34	81810	18190	7387	2613	26
35	84364	15636	8778	1222	25
36	86919	13081	0,1220170	0,8779830	24
37	89472	10528	1563	8437	23
38	92026	07974	2957	7043	22
39	94579	05421	4351	5649	21
40	97131	02869	5746	4254	20
41	99683	00317	7142	2858	19
42	0,4802235	0,5197765	8538	1462	18
43	04786	95214	9936	0064	17
44	07337	92663	0,1231334	0,8768666	16
45	09888	90112	2732	7268	15
46	12438	87562	4132	5868	14
47	14987	85013	5532	4468	13
48	17537	82463	6933	3067	12
49	20086	79914	8335	1665	11
50	22634	77366	9737	0263	10
51	25182	74818	0,1241141	0,8758859	9
52	27730	72270	2545	7455	8
53	30277	69723	3949	6051	7
54	32824	67176	5355	4645	6
55	35370	64630	6761	3239	5
56	37916	62084	8168	1832	4
57	40462	59538	9575	0425	3
58	43007	56993	0,1250984	0,8749016	2
59	45552	54448	2393	7607	1
60	48096	51904	3803	6197	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,5429557	1,8417709	1,1378932	2,0957385	30
31	33324	04940	1,1380730	46164	29
32	37092	1,8392184	2529	34957	28
33	40862	79442	4330	23764	27
34	44632	66713	6133	12584	26
35	48404	53999	7937	01418	25
36	52177	41297	9742	2,0890265	24
37	55951	28610	1,1391550	79127	23
38	59727	15936	3358	68002	22
39	63503	03275	5169	56890	21
40	67281	1,8290628	6980	45792	20
41	71060	77994	8794	34708	19
42	74840	65374	1,1400608	23637	18
43	78621	52767	2425	12580	17
44	82404	40173	4243	01536	16
45	86188	27593	6062	2,0790506	15
46	89973	15026	7883	79489	14
47	93759	02473	9706	68486	13
48	97547	1,8189932	1,1411530	57496	12
49	0,5501335	77405	3356	46519	11
50	05125	64892	5183	35556	10
51	08916	52391	7012	24606	9
52	12708	39904	8842	13670	8
53	16502	27430	1,1420674	02746	7
54	20297	14969	2507	2,0691836	6
55	24093	02521	4342	80940	5
56	27890	1,8090086	6179	70056	4
57	31688	77664	8017	59186	3
58	35488	65256	9857	48328	2
59	39288	52860	1,1431698	37484	1
60	43091	40478	3541	26653	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,4848096	0,5151904	0,1253803	0,8746197	60
1	50640	49360	5214	4786	59
2	53184	46816	6625	3375	58
3	55727	44273	8037	1963	57
4	58270	41730	9450	0550	56
5	60812	39188	0,1260863	0,8739137	55
6	63354	36646	2278	7722	54
7	65895	34105	3693	6307	53
8	68436	31564	5109	4891	52
9	70977	29023	6525	3475	51
10	73517	26483	7942	2058	50
11	76057	23943	9360	0640	49
12	78597	21403	0,1270779	0,8729221	48
13	81136	18864	2199	7801	47
14	83674	16326	3619	6381	46
15	86212	13788	5040	4960	45
16	88750	11250	6462	3538	44
17	91288	08712	7884	2116	43
18	93825	06175	9307	0693	42
19	96361	03639	0,1280731	0,8719269	41
20	98897	01103	2156	7844	40
21	0,4901433	0,5098567	3581	6419	39
22	03968	96032	5007	4993	38
23	06503	93497	6434	3566	37
24	09038	90962	7862	2138	36
25	11572	88428	9290	0710	35
26	14105	85895	0,1290719	0,8709281	34
27	16638	83362	2149	7851	33
28	19171	80829	3580	6420	32
29	21704	78296	5011	4989	31
30	24236	75764	6443	3557	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

60 Grad.

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,5513091	1,8040478	1,1433541	2,0626653	60
1	46894	28108	5385	15836	59
2	50698	15751	7231	05031	58
3	54504	03408	9078	2,0594239	57
4	58311	1,7991077	1,1440927	83460	56
5	62119	78759	2778	72695	55
6	65929	66454	4630	61942	54
7	69739	54162	6484	51203	53
8	73551	41883	8339	40476	52
9	77364	29616	1,1450196	29762	51
10	81179	17362	2055	19061	50
11	84994	05121	3915	08373	49
12	88811	1,7892893	5776	2,0497698	48
13	92629	80678	7639	87036	47
14	96449	68475	9504	76386	46
15	0,5600269	56285	1,1461371	65750	45
16	04091	44107	3238	55126	44
17	07914	31943	5108	44515	43
18	11738	19790	6979	33916	42
19	15564	07651	8852	23330	41
20	19391	1,7795524	1,1470726	12757	40
21	23219	83409	2602	02197	39
22	27048	71307	4479	2,0391649	38
23	30879	59218	6358	81114	37
24	34710	47141	8239	70592	36
25	38543	35076	1,1480121	60082	35
26	42378	23024	2005	49585	34
27	46213	10985	3890	39100	33
28	50050	1,7698958	5777	28628	32
29	53888	86943	7665	18168	31
30	57728	74940	9555	07720	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,4924236	0,5075764	0,1296443	0,8703557	30
31	26767	73233	7876	2124	29
32	29298	70702	9309	0691	28
33	31829	68171	0,1300744	0,8699256	27
34	34359	65641	2179	7821	26
35	36889	63111	3614	6386	25
36	39419	60581	5051	4949	24
37	41948	58052	6488	3512	23
38	44476	55524	7926	2074	22
39	47005	52995	9364	0636	21
40	49532	50468	0,1310804	0,8689196	20
41	52060	47940	2244	7756	19
42	54587	45413	3685	6315	18
43	57113	42887	5126	4874	17
44	59639	40361	6569	3431	16
45	62165	37835	8012	1988	15
46	64690	35310	9456	0544	14
47	67215	32785	0,1320900	0,8679100	13
48	69740	30260	2345	7655	12
49	72264	27736	3791	6209	11
50	74787	25213	5238	4762	10
51	77310	22690	6686	3314	9
52	79833	20167	8134	1866	8
53	82355	17645	9583	0417	7
54	84877	15123	0,1331033	0,8668967	6
55	87399	12601	2483	7517	5
56	89920	10080	3934	6066	4
57	92441	07559	5386	4614	3
58	94961	05039	6839	3161	2
59	97481	02519	8292	1708	1
60	0,5000000	0,5000000	9746	0254	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,5657728	1,7674940	1,1489555	2,0307720	30
31	61568	62950	1,1491447	2,0297286	29
32	65410	50972	3340	86863	28
33	69254	39007	5235	76453	27
34	73098	27053	7132	66056	26
35	76944	15112	9030	56670	25
36	80791	03183	1,1500930	45297	24
37	84639	1,7591267	2831	34937	23
38	88488	79362	4734	24589	22
39	92339	67470	6638	14253	21
40	96191	55590	8544	03929	20
41	0,5700045	43722	1,1510452	2,0193618	19
42	03899	31866	2361	83318	18
43	07755	20023	4272	73034	17
44	11612	08191	6185	62756	16
45	15471	1,7496371	8099	52494	15
46	19331	84564	1,1520015	42243	14
47	23192	72768	1932	32005	13
48	27054	60984	3851	21779	12
49	30918	49213	5772	11564	11
50	34783	37453	7694	01362	10
51	38649	25705	9618	2,0091172	9
52	42516	13969	1,1531543	80994	8
53	46385	02245	3470	70828	7
54	50255	1,7390533	5399	60674	6
55	54126	78833	7329	50532	5
56	57999	67144	9261	40402	4
57	61873	55468	1,1541195	30283	3
58	65748	43803	3130	20177	2
59	69625	32149	5067	10083	1
60	73503	20508	7005	2,0000000	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,5000000	0,5000000	0,1339746	0,8660254	60
1	2519	0,4997481	0,1341201	0,8658799	59
2	5037	4963	2656	7344	58
3	7556	2444	4113	5887	57
4	0,5010073	0,4989927	5570	4430	56
5	2591	7409	7027	2973	55
6	5107	4893	8486	1514	54
7	7624	2376	9945	0055	53
8	0,5020140	0,4979860	0,1351405	0,8648595	52
9	2655	7345	2866	7134	51
10	5170	4830	4327	5673	50
11	7685	2315	5789	4211	49
12	0,5030199	0,4969801	7252	2748	48
13	2713	7287	8716	1284	47
14	5227	4773	0,1360180	0,8639820	46
15	7740	2260	1645	8355	45
16	0,5040252	0,4959748	3111	6889	44
17	2765	7235	4577	5423	43
18	5276	4724	6044	3956	42
19	7788	2212	7512	2488	41
20	0,5050298	0,4949702	8981	1019	40
21	2809	7191	0,1370451	0,8629549	39
22	5319	4681	1921	8079	38
23	7828	2172	3392	6608	37
24	0,5060338	0,4939662	4863	5137	36
25	2846	7154	6336	3664	35
26	5355	4645	7809	2191	34
27	7863	2137	9283	0717	33
28	0,5070370	0,4929630	0,1380757	0,8619243	32
29	2877	7123	2232	7768	31
30	5384	4616	3708	6292	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,5773503	1,7320508	1,1547005	2,0000000	60
1	77382	08878	8945	1,9989929	59
2	81262	1,7297260	1,1550887	79870	58
3	85144	85654	2830	69823	57
4	89027	74060	4775	59788	56
5	92912	62477	6722	49764	55
6	96797	50905	8670	39753	54
7	0,5800684	39346	1,1560620	29752	53
8	04573	27797	2572	19764	52
9	08462	16261	4525	09787	51
10	12353	04736	6480	1,9899822	50
11	16245	1,7193222	8436	89869	49
12	20139	81720	1,1570394	79927	48
13	24034	70230	2354	69997	47
14	27930	58751	4315	60080	46
15	31828	47283	6278	50172	45
16	35726	35827	8243	40276	44
17	39627	24382	1,1580209	30393	43
18	43528	12949	2177	20520	42
19	47431	01527	4146	10659	41
20	51335	1,7090116	6118	00810	40
21	55241	78717	8091	1,9790972	39
22	59148	67329	1,1590065	81146	38
23	63056	55953	2041	71331	37
24	66965	44587	4019	61527	36
25	70876	33233	5999	51735	35
26	74788	21890	7980	41954	34
27	78702	10559	9963	32185	33
28	82616	1,6999238	1,1601947	22427	32
29	86533	87929	3933	12680	31
30	90450	76631	5921	02944	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,5075384	0,4924616	0,1383708	0,8616292	30
31	7890	2110	5185	4815	29
32	0,5080396	0,4919604	6663	3337	28
33	2901	7099	8141	1859	27
34	5406	4594	9620	0380	26
35	7910	2090	0,1391099	0,8608901	25
36	0,5090414	0,4909586	2580	7420	24
37	2918	7082	4061	5939	23
38	5421	4579	5543	4457	22
39	7924	2076	7025	2975	21
40	0,5100426	0,4899574	8509	1491	20
41	2928	7072	9993	0007	19
42	5429	4571	0,1401477	0,8598523	18
43	7930	2070	2963	7037	17
44	0,5110431	0,4889569	4449	5551	16
45	2931	7069	5936	4064	15
46	5431	4569	7424	2576	14
47	7930	2070	8912	1088	13
48	0,5120429	0,4879571	0,1410401	0,8589599	12
49	2927	7073	1891	8109	11
50	5425	4575	3381	6619	10
51	7923	2077	4873	5127	9
52	0,5130420	0,4869580	6365	3635	8
53	2916	7084	7857	2143	7
54	5413	4587	9351	0649	6
55	7908	2092	0,1420845	0,8579155	5
56	0,5140404	0,4859596	2340	7660	4
57	2899	7101	3836	6164	3
58	5393	4607	5332	4668	2
59	7887	2113	6829	3171	1
60	0,5150381	0,4849619	8327	1673	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,5890450	1,6976631	1,1605921	1,9702944	30
31	94369	65344	7911	1,9693220	29
32	98289	54069	9902	83507	28
33	0,5902211	42804	1,1611894	73805	27
34	06134	31550	3889	64114	26
35	10058	20308	5885	54435	25
36	13984	09077	7883	44767	24
37	17910	1,6897856	9882	35110	23
38	21839	86647	1,1621883	25464	22
39	25768	75449	3886	15829	21
40	29699	64261	5891	06206	20
41	33632	53085	7897	1,9596593	19
42	37565	41919	9905	86992	18
43	41501	30765	1,1631914	77402	17
44	45437	19621	3925	67822	16
45	49375	08489	5938	58254	15
46	53314	1,6797367	7953	48697	14
47	57255	86256	9969	39150	13
48	61196	75156	1,1641987	29615	12
49	65140	64067	4007	20091	11
50	69084	52988	6028	10577	10
51	73030	41921	8051	01075	9
52	76978	30864	1,1650076	1,9491583	8
53	80926	19818	2102	82102	7
54	84877	08782	4130	72632	6
55	88828	1,6697758	6160	63173	5
56	92781	86744	8191	53725	4
57	96735	75741	1,1660224	44288	3
58	0,6000691	64748	2259	34861	2
59	04648	53766	4296	25445	1
60	08606	42795	6334	16040	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,5150381	0,4849619	0,1428327	0,8571673	60
1	2874	7126	9826	0174	59
2	5367	4633	0,1431325	0,8568675	58
3	7859	2141	2825	7175	57
4	0,5160351	0,4839649	4326	5674	56
5	2842	7158	5827	4173	55
6	5333	4667	7329	2671	54
7	7824	2176	8832	1168	53
8	0,5170314	0,4829686	0,1440336	0,8559664	52
9	2804	7196	1840	8160	51
10	5293	4707	3345	6655	50
11	7782	2218	4851	5149	49
12	0,5180270	0,4819730	6357	3643	48
13	2758	7242	7865	2135	47
14	5246	4754	9373	0627	46
15	7733	2267	0,1450881	0,8549119	45
16	0,5190219	0,4809781	2391	7609	44
17	2705	7295	3901	6099	43
18	5191	4809	5412	4588	42
19	7676	2324	6923	3077	41
20	0,5200161	0,4799839	8436	1564	40
21	2646	7354	9949	0051	39
22	5130	4870	0,1461462	0,8538538	38
23	7613	2387	2977	7023	37
24	0,5210096	0,4789904	4492	5508	36
25	2579	7421	6008	3992	35
26	5061	4939	7525	2475	34
27	7543	2457	9042	0958	33
28	0,5220024	0,4779976	0,1470560	0,8529440	32
29	2505	7495	2079	7921	31
30	4986	5014	3598	6402	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,6008606	1,6642795	1,1666334	1,9416040	60
1	12566	31834	8374	06646	59
2	16527	20884	1,1670416	1,9397262	58
3	20490	09945	2459	87889	57
4	24454	1,6599016	4504	78527	56
5	28419	88097	6551	69176	55
6	32386	77189	8599	59835	54
7	36354	66292	1,1680649	50505	53
8	40323	55405	2701	41185	52
9	44294	44529	4755	31876	51
10	48266	33663	6810	22578	50
11	52240	22808	8867	13290	49
12	56215	11963	1,1690926	04013	48
13	60192	01128	2986	1,9294746	47
14	64170	1,6490304	5048	85490	46
15	68149	79490	7112	76244	45
16	72130	68687	9178	67009	44
17	76112	57893	1,1701245	57784	43
18	80095	47111	3314	48570	42
19	84080	36338	5385	39366	41
20	88067	25576	7457	30173	40
21	92054	14824	9531	20990	39
22	96043	04082	1,1711607	11817	38
23	0,6100034	1,6393351	3685	02655	37
24	04026	82630	5764	1,9193503	36
25	08019	71919	7845	84362	35
26	12014	61218	9928	75230	34
27	16011	50528	1,1722013	66110	33
28	20008	39847	4099	56999	32
29	24007	29177	6187	47899	31
30	28008	18517	8277	38809	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,5224986	0,4775014	0,1473598	0,8526402	30
31	7466	2534	5119	4881	29
32	9945	0055	6640	3360	28
33	0,5232424	0,4767576	8161	1839	27
34	4903	5097	9684	0316	26
35	7384	2619	0,1481207	0,8518793	25
36	9859	0141	2731	7269	24
37	0,5242336	0,4757664	4255	5745	23
38	4813	5187	5781	4219	22
39	7290	2710	7307	2693	21
40	9766	0234	8833	1167	20
41	0,5252241	0,4747759	0,1490361	0,8509639	19
42	4717	5283	1889	8111	18
43	7191	2809	3418	6582	17
44	9665	0335	4947	5053	16
45	0,5262139	0,4737861	6478	3522	15
46	4613	5387	8009	1991	14
47	7085	2915	9541	0459	13
48	9558	0442	0,1501073	0,8498927	12
49	0,5272030	0,4727970	2606	7394	11
50	4502	5498	4140	5860	10
51	6973	3027	5675	4325	9
52	9443	0557	7210	2790	8
53	0,5281914	0,4718086	8746	1254	7
54	4383	5617	0,1510283	0,8489717	6
55	6853	3147	1821	8179	5
56	9322	0678	3359	6641	4
57	0,5291790	0,4708210	4898	5102	3
58	4258	5742	6438	3562	2
59	6726	3274	7978	2022	1
60	9193	0807	9519	0481	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,6128008	1,6318517	1,1728277	1,9138809	30
31	32010	07867	1,1730368	29729	29
32	36013	1,6297227	2462	20659	28
33	40018	86597	4557	11600	27
34	44024	75977	6653	02551	26
35	48032	65368	8752	1,9093512	25
36	52041	54768	1,1740852	84483	24
37	56052	44178	2954	75464	23
38	60064	33599	5058	66456	22
39	64077	23029	7163	57457	21
40	68092	12469	9270	48469	20
41	72108	01920	1,1751379	39491	19
42	76126	1,6191380	3490	30522	18
43	80145	80850	5603	21564	17
44	84166	70330	7717	12616	16
45	88188	59820	9833	03678	15
46	92211	49320	1,1761951	1,8994750	14
47	96236	38829	4070	85832	13
48	0,6200263	28349	6191	76924	12
49	04291	17878	8314	68026	11
50	08320	07417	1,1770439	59138	10
51	12351	1,6096966	2566	50259	9
52	16383	86525	4694	41391	8
53	20417	76094	6824	32532	7
54	24452	65672	8956	23684	6
55	28488	55260	1,1781089	14845	5
56	32527	44858	3225	06016	4
57	36566	34465	5362	1,8897197	3
58	40607	24082	7501	88388	2
59	44650	13709	9642	79589	1
60	48694	03345	1,1791784	70799	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,5299193	0,4700807	0,1519519	0,8480481	60
1	0,5301659	0,4698341	0,1521061	0,8478939	59
2	4125	5875	2603	7397	58
3	6591	3409	4147	5853	57
4	9057	0943	5691	4309	56
5	0,5311521	0,4688479	7235	2765	55
6	3986	6014	8781	1219	54
7	6450	3550	0,1530327	0,8469673	53
8	8913	1087	1874	8126	52
9	0,5321376	0,4678624	3421	6579	51
10	3839	6161	4970	5030	50
11	6301	3699	6519	3481	49
12	8763	1237	8068	1932	48
13	0,5331224	0,4668776	9619	0381	47
14	3685	6315	0,1541170	0,8458830	46
15	6145	3855	2722	7278	45
16	8605	1395	4274	5726	44
17	0,5341065	0,4658935	5828	4172	43
18	3523	6477	7382	2618	42
19	5982	4018	8936	1064	41
20	8440	1560	0,1550492	0,8449508	40
21	0,5350898	0,4649102	2048	7952	39
22	3355	6645	3605	6395	38
23	5812	4188	5162	4838	37
24	8268	1732	6721	3279	36
25	0,5360724	0,4639276	8280	1720	35
26	3179	6821	9839	0161	34
27	5634	4366	0,1561400	0,8438600	33
28	8089	1911	2961	7039	32
29	0,5370543	0,4629457	4523	5477	31
30	2996	7004	6086	3914	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,6248694	1,6003345	1,1791784	1,8870799	60
1	52739	1,5992991	3928	62019	59
2	56786	82647	6074	53249	58
3	60834	72312	8222	44489	57
4	64884	61987	1,1800372	35738	56
5	68935	51672	2523	26998	55
6	72988	41366	4676	18266	54
7	77042	31070	6831	09545	53
8	81098	20783	8988	00833	52
9	85155	10505	1,1811146	1,8792131	51
10	89214	00238	3307	83438	50
11	93274	1,5889979	5469	74755	49
12	97336	79731	7633	66082	48
13	0,6301399	69491	9798	57419	47
14	05464	59261	1,1821966	48764	46
15	09530	49044	4135	40120	45
16	13598	38830	6306	31485	44
17	17667	28628	8479	22859	43
18	21738	18436	1,1830654	14244	42
19	25810	08253	2830	05637	41
20	29883	1,5798079	5008	1,8699040	40
21	33959	87915	7188	88453	39
22	38035	77760	9370	79875	38
23	42113	67615	1,1841554	71306	37
24	46193	57479	3739	62747	36
25	50274	47352	5927	54197	35
26	54357	37234	8116	45657	34
27	58441	27126	1,1850307	37126	33
28	62527	17026	2500	28605	32
29	66614	06936	4694	20093	31
30	70703	1,5696856	6890	11590	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,5372996	0,4627004	0,1566086	0,8433914	30
31	5449	4551	7649	2351	29
32	7902	2098	9213	0787	28
33	0,5380354	0,4619646	0,1570778	0,8429222	27
34	2806	7194	2343	7657	26
35	5257	4743	3909	6091	25
36	7708	2292	5476	4524	24
37	0,5390158	0,4609842	7044	2956	23
38	2608	7392	8612	1388	22
39	5058	4942	0,1580181	0,8419819	21
40	7507	2493	1751	8249	20
41	9955	0045	3321	6679	19
42	0,5402403	0,4597597	4892	5108	18
43	4851	5149	6464	3536	17
44	7298	2702	8037	1963	16
45	9745	0255	9610	0390	15
46	0,5412191	0,4587809	0,1591184	0,8408816	14
47	4637	5363	2759	7241	13
48	7082	2918	4334	5666	12
49	9527	0473	5910	4090	11
50	0,5421971	0,4578029	7487	2513	10
51	4415	5585	9064	0936	9
52	6859	3141	0,1600643	0,8399357	8
53	9302	0698	2222	7778	7
54	0,5431744	0,4568256	3801	6199	6
55	4187	5813	5382	4618	5
56	6628	3372	6963	3037	4
57	9069	0931	8545	1455	3
58	0,5441510	0,4558490	0,1610127	0,8389873	2
59	3951	6049	1710	8290	1
60	6390	3610	3294	6706	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,6370703	1,5696856	1,1856890	1,8611590	30
31	74793	86784	9089	03097	29
32	78885	76722	1,1861289	1,8594612	28
33	82978	66669	3490	86138	27
34	87073	56625	5694	77672	26
35	91169	46590	7900	69216	25
36	95267	36564	1,1870107	60769	24
37	99366	26548	2316	52331	23
38	0,6403467	16540	4527	43903	22
39	07569	06542	6740	35483	21
40	11673	1,5596552	8954	27073	20
41	15779	86572	1,1881171	18672	19
42	19886	76601	3389	10281	18
43	23994	66639	5609	01898	17
44	28105	56685	7831	1,8193525	16
45	32216	46741	1,1890055	85161	15
46	36329	36806	2280	76806	14
47	40444	26880	4508	68460	13
48	44560	16963	6737	60123	12
49	48678	07054	8968	51795	11
50	52797	1,5497155	1,1901201	43476	10
51	56918	87264	3436	35166	9
52	61041	77383	5673	26866	8
53	65165	67510	7911	18574	7
54	69290	57647	1,1910152	10292	6
55	73417	47792	2394	02018	5
56	77546	37946	4638	1,8393753	4
57	81676	28108	6884	85498	3
58	85808	18280	9132	77251	2
59	89941	08460	1,1921381	69013	1
60	94076	1,5398650	3633	60785	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,5446390	0,4553610	0,1613294	0,8386706	60
1	8830	1170	4879	5121	59
2	0,5451269	0,4548731	6464	3536	58
3	3707	6293	8050	1950	57
4	6145	3855	9637	0363	56
5	8583	1417	0,1621225	0,8378775	55
6	0,5461020	0,4538980	2813	7187	54
7	3456	6544	4402	5598	53
8	5892	4108	5991	4009	52
9	8328	1672	7582	2418	51
10	0,5470763	0,4529237	9173	0827	50
11	3198	6802	0,1630764	0,8369236	49
12	5632	4368	2357	7643	48
13	8066	1934	3950	6050	47
14	0,5480499	0,4519501	5544	4456	46
15	2932	7068	7138	2862	45
16	5365	4635	8734	1266	44
17	7797	2203	0,1640330	0,8359670	43
18	0,5490228	0,4509772	1926	8074	42
19	2659	7341	3524	6476	41
20	5090	4910	5122	4878	40
21	7520	2480	6721	3279	39
22	9950	0050	8320	1680	38
23	0,5502379	0,4497621	9920	0080	37
24	4807	5193	0,1651521	0,8348479	36
25	7236	2764	3123	6877	35
26	9663	0337	4725	5275	34
27	0,5512091	0,4487909	6328	3672	33
28	4518	5482	7932	2068	32
29	6944	3056	9537	0463	31
30	9370	0630	0,1661142	0,8338858	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,6494076	1,5398650	1,1923633	1,8360785	60
1	98212	88847	5886	52565	59
2	0,6502350	79054	8142	44354	58
3	06490	69270	1,1930399	36152	57
4	10631	59494	2658	27959	56
5	14774	49727	4918	19774	55
6	18918	39969	7181	11599	54
7	23064	30219	9446	03432	53
8	27211	20479	1,1941712	1,8295274	52
9	31360	10746	3980	87125	51
10	35511	01023	6251	78985	50
11	39663	1,5291308	8523	70854	49
12	43817	81602	1,1950796	62731	48
13	47972	71904	3072	54617	47
14	52129	62215	5350	46512	46
15	56287	52535	7629	38416	45
16	60447	42863	9911	30328	44
17	64609	33200	1,1962194	22249	43
18	68772	23545	4479	14179	42
19	72937	13899	6767	06118	41
20	77103	04261	9056	1,8198065	40
21	81271	1,5194632	1,1971346	90021	39
22	85441	85012	3639	81985	38
23	89612	75400	5934	73958	37
24	93785	65796	8230	65940	36
25	97960	56201	1,1980529	57930	35
26	0,6602136	46614	2829	49929	34
27	06313	37036	5131	41937	33
28	10492	27466	7435	33953	32
29	14673	17905	9741	25977	31
30	18856	08352	1,1992049	18010	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,5519370	0,4480630	0,1661142	0,8338858	30
31	0,5521795	0,4478205	2748	7252	29
32	4220	5780	4354	5646	28
33	6645	3355	5962	4038	27
34	9069	0931	7570	2430	26
35	0,5531492	0,4468508	9178	0822	25
36	3915	6085	0,1670788	0,8329212	24
37	6338	3662	2398	7602	23
38	8760	1240	4009	5991	22
39	0,5541182	0,4458818	5620	4380	21
40	3603	6397	7232	2768	20
41	6024	3976	8845	1155	19
42	8444	1556	0,1680459	0,8319541	18
43	0,5550864	0,4449136	2073	7927	17
44	3283	6717	3688	6312	16
45	5702	4298	5304	4696	15
46	8121	1879	6920	3080	14
47	0,5560539	0,4439461	8537	1464	13
48	2956	7044	0,1690155	0,8309845	12
49	5373	4627	1774	8226	11
50	7790	2210	3393	6607	10
51	0,5570206	0,4429794	5013	4987	9
52	2621	7379	6634	3366	8
53	5036	4964	8255	1745	7
54	7451	2549	9877	0123	6
55	9865	0135	0,1701500	0,8298500	5
56	0,5582279	0,4417721	3123	6877	4
57	4692	5308	4748	5252	3
58	7105	2895	6372	3628	2
59	9517	0483	7998	2002	1
60	0,5591929	0,4408071	9624	0376	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,6618856	1,5108352	1,1992049	1,8118010	30
31	23040	1,5098807	4359	10052	29
32	27225	89271	6671	02102	28
33	31413	79743	8985	1,8094161	27
34	35601	70224	1,2001300	86228	26
35	39792	60713	3618	78304	25
36	43984	51210	5937	70388	24
37	48178	41716	8258	62481	23
38	52373	32229	1,2010582	54582	22
39	56570	22751	2907	46691	21
40	60769	13282	5234	38809	20
41	64969	03821	7563	30935	19
42	69171	1,4994367	9894	23070	18
43	73374	84923	1,2022226	15213	17
44	77580	75486	4561	07365	16
45	81786	66058	6898	1,7999524	15
46	85995	56637	9236	91693	14
47	90205	47225	1,2031577	83869	13
48	94417	37822	3919	76054	12
49	98630	28426	6264	68247	11
50	0,6702845	19039	8610	60449	10
51	07061	09659	1,2040958	52658	9
52	11280	00288	3308	44876	8
53	15500	1,4890925	5660	37102	7
54	19721	81570	8014	29337	6
55	23944	72223	1,2050370	21580	5
56	28169	62884	2728	13831	4
57	32396	53554	5088	06090	3
58	36624	44231	7450	1,7898357	2
59	40854	34916	9814	90633	1
60	45085	25610	1,2062179	82916	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,5591929	0,4408071	0,1709624	0,8290376	60
1	4340	5660	0,1711251	0,8288749	59
2	6751	3249	2879	7121	58
3	9162	0838	4507	5493	57
4	0,5601572	0,4398428	6136	3864	56
5	3981	6019	7766	2234	55
6	6390	3610	9397	0603	54
7	8798	1202	0,1721028	0,8278972	53
8	0,5611206	0,4388794	2660	7340	52
9	3614	6386	4292	5708	51
10	6021	3979	5926	4074	50
11	8428	1572	7560	2440	49
12	0,5620834	0,4379166	9194	0806	48
13	3239	6761	0,1730830	0,8269170	47
14	5645	4355	2466	7534	46
15	8049	1951	4103	5897	45
16	0,5630453	0,4369547	5740	4260	44
17	2857	7143	7378	2622	43
18	5260	4740	9017	0983	42
19	7663	2337	0,1740657	0,8259343	41
20	0,5640066	0,4359934	2297	7703	40
21	2467	7533	3938	6062	39
22	4869	5131	5580	4420	38
23	7270	2730	7222	2778	37
24	9670	0330	8865	1135	36
25	0,5652070	0,4347930	0,1750509	0,8249491	35
26	4469	5531	2153	7847	34
27	6868	3132	3798	6202	33
28	9267	0733	5444	4556	32
29	0,5661665	0,4338335	7091	2909	31
30	4062	5938	8738	1262	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

55 Grad.

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	.
0	0,6745085	1,4825610	1,2062179	1,7882946	60
1	49318	16341	4547	75208	59
2	53553	07021	6917	67508	58
3	57790	1,4797738	9288	59817	57
4	62028	88463	1,2071662	52133	56
5	66268	79197	4037	44457	55
6	70509	69938	6415	36790	54
7	74752	60688	8794	29131	53
8	78997	51445	1,2081175	21479	52
9	83243	42210	3559	13836	51
10	87492	32983	5944	06201	50
11	91741	23764	8331	1,7798574	49
12	95993	14553	1,2090720	90955	48
13	0,6800246	05350	3112	83344	47
14	04501	1,4696155	5505	75741	46
15	08758	86967	7900	68146	45
16	13016	77788	1,2100297	60559	44
17	17276	68616	2696	52980	43
18	21537	59452	5097	45409	42
19	25801	50296	7500	37845	41
20	30066	41147	9905	30290	40
21	34333	32007	1,2112312	22743	39
22	38601	22874	4721	15204	38
23	42871	13749	7132	07672	37
24	47143	04632	9545	00149	36
25	51416	1,4595522	1,2121960	1,7692633	35
26	55692	86420	4377	85125	34
27	59969	77326	6795	77625	33
28	64247	68240	9216	70133	32
29	68528	59161	1,2131639	62649	31
30	72810	50090	4064	55173	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,5664062	0,4335938	0,1758738	0,8241262	30
31	6459	3541	0,1760386	0,8239614	29
32	8856	1144	2035	7965	28
33	0,5671252	0,4328748	3684	6316	27
34	3648	6352	5334	4666	26
35	6043	3957	6985	3015	25
36	8437	1563	8636	1364	24
37	0,5680832	0,4319168	0,1770288	0,8229712	23
38	3225	6775	1941	8059	22
39	5619	4381	3595	6405	21
40	8011	1989	5249	4751	20
41	0,5690403	0,4309597	6904	3096	19
42	2795	7205	8560	1440	18
43	5187	4813	0,1780216	0,8219784	17
44	7577	2423	1873	8127	16
45	9968	0032	3531	6469	15
46	0,5702357	0,4297643	5189	4811	14
47	4747	5253	6848	3152	13
48	7136	2864	8508	1492	12
49	9524	0476	0,1790168	0,8209832	11
50	0,5711912	0,4288088	1830	8170	10
51	4299	5701	3491	6509	9
52	6686	3314	5154	4846	8
53	9073	0927	6817	3183	7
54	0,5721459	0,4278541	8481	1519	6
55	3844	6156	0,1800146	0,8199854	5
56	6229	3771	1811	8189	4
57	8614	1386	3477	6523	3
58	0,5730998	0,4269002	5144	4856	2
59	3381	6619	6811	3189	1
60	5764	4236	8480	1520	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,6872810	1,4550090	1,2134064	1,7655173	30
31	77093	41027	6491	47704	29
32	81379	31971	8920	40244	28
33	85666	22923	1,2141351	32791	27
34	89955	13883	3784	25345	26
35	94246	04850	6218	17908	25
36	98538	1,4495825	8655	10478	24
37	0,6902832	86808	1,2151094	03057	23
38	07128	77798	3535	1,7595642	22
39	11425	68796	5978	88236	21
40	15725	59801	8423	80837	20
41	20026	50814	1,2160870	73446	19
42	24328	41834	3319	66063	18
43	28633	32862	5770	58687	17
44	32939	23897	8223	51320	16
45	37247	14940	1,2170678	43959	15
46	41557	05991	3135	36607	14
47	45868	1,4397049	5594	29262	13
48	50181	88114	8055	21924	12
49	54496	79187	1,2180518	14595	11
50	58813	70268	2983	07273	10
51	63131	61356	5450	1,7499958	9
52	67451	52451	7919	92651	8
53	71773	43554	1,2190390	85352	7
54	76097	34664	2864	78060	6
55	80422	25781	5339	70776	5
56	84749	16906	7816	63499	4
57	89078	08039	1,2200296	56230	3
58	93409	1,4299178	2777	48969	2
59	97741	90326	5260	41715	1
60	0,7002075	81480	7746	34468	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,5735764	0,4264236	0,1808480	0,8191520	60
1	8147	1853	0,1810148	0,8189852	59
2	0,5740529	0,4259471	1818	8182	58
3	2911	7089	3488	6512	57
4	5292	4708	5159	4841	56
5	7672	2328	6831	3169	55
6	0,5750053	0,4249947	8503	1497	54
7	2432	7568	0,1820176	0,8179824	53
8	4811	5189	1849	8151	52
9	7190	2810	3524	6476	51
10	9568	0432	5199	4801	50
11	0,5761946	0,4238054	6875	3125	49
12	4323	5677	8551	1449	48
13	6700	3300	0,1830228	0,8169772	47
14	9076	0924	1906	8094	46
15	0,5771452	0,4228548	3584	6416	45
16	3827	6173	5264	4736	44
17	6202	3798	6944	3056	43
18	8576	1424	8624	1376	42
19	0,5780950	0,4219050	0,1840305	0,8159695	41
20	3323	6677	1987	8013	40
21	5696	4304	3670	6330	39
22	8069	1931	5353	4647	38
23	0,5790440	0,4209560	7037	2963	37
24	2812	7188	8722	1278	36
25	5183	4817	0,1850407	0,8149593	35
26	7553	2447	2094	7906	34
27	9923	0077	3780	6220	33
28	0,5802292	0,4197708	5468	4532	32
29	4661	5339	7156	2844	31
30	7030	2970	8845	1155	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,7002075	1,4281480	1,2207746	1,7434468	60
1	06411	72642	10233	27229	59
2	10749	63811	12723	19997	58
3	15089	54988	15215	12773	57
4	19430	46171	17708	05556	56
5	23773	37362	20204	1,7398347	55
6	28118	28561	22702	91145	54
7	32464	19766	25202	83951	53
8	36813	10979	27703	76764	52
9	41163	02200	30207	69585	51
10	45515	1,4193427	32713	62413	50
11	49869	84662	35222	55248	49
12	54224	75904	37732	48091	48
13	58581	67153	40244	40941	47
14	62940	58409	42758	33798	46
15	67301	49673	45274	26663	45
16	71664	40943	47793	19535	44
17	76028	32221	50313	12414	43
18	80395	23506	52836	05301	42
19	84763	14799	55361	1,7298195	41
20	89133	06098	57887	91096	40
21	93504	1,4097405	60416	84005	39
22	97878	88718	62947	76921	38
23	0,7102253	80039	65480	69844	37
24	06630	71367	68015	62774	36
25	11009	62702	70552	55712	35
26	15390	54044	73091	48657	34
27	19772	45393	75633	41609	33
28	24157	36749	78176	34568	32
29	28543	28113	80722	27534	31
30	32931	19483	83269	20508	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,5807030	0,4192970	0,1858845	0,8141155	30
31	9397	0603	0,1860534	0,8139466	29
32	0,5811765	0,4188235	2225	7775	28
33	4132	5868	3916	6084	27
34	6498	3502	5607	4393	26
35	8864	1136	7299	2701	25
36	0,5821230	0,4178770	8992	1008	24
37	3595	6405	0,1870686	0,8129314	23
38	5959	4041	2380	7620	22
39	8323	1677	4075	5925	21
40	0,5830687	0,4169313	5771	4229	20
41	3050	6950	7468	2532	19
42	5412	4588	9165	0835	18
43	7774	2226	0,1880863	0,8119137	17
44	0,5840136	0,4159864	2561	7439	16
45	2497	7503	4260	5740	15
46	4857	5143	5960	4040	14
47	7217	2783	7661	2339	13
48	9577	0423	9362	0638	12
49	0,5851936	0,4148064	0,1891064	0,8108936	11
50	4294	5706	2766	7234	10
51	6652	3348	4470	5530	9
52	9010	0990	6174	3826	8
53	0,5861367	0,4138633	7878	2122	7
54	3724	6276	9584	0416	6
55	6080	3920	0,1901290	0,8098710	5
56	8435	1565	2996	7004	4
57	0,5870790	0,4129210	4704	5296	3
58	3145	6855	6412	3588	2
59	5499	4501	8121	1879	1
60	7853	2147	9830	0170	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,7132931	1,4019483	1,2283269	1,7220508	30
31	37320	10860	85819	13489	29
32	41712	02245	88371	06477	28
33	46106	1,3993636	90924	1,7199472	27
34	50501	85034	93480	92475	26
35	54898	76440	96039	85484	25
36	59297	67852	98599	78501	24
37	63698	59272	1,2301161	71525	23
38	68100	50698	03725	64556	22
39	72505	42131	06292	57594	21
40	76911	33571	08861	50639	20
41	81319	25019	11432	43691	19
42	85729	16473	14004	36750	18
43	90141	07934	16579	29817	17
44	94554	1,3899401	19156	22890	16
45	98970	90876	21736	15970	15
46	0,7203387	82358	24317	09058	14
47	07806	73847	26900	02152	13
48	12227	65342	29486	1,7095254	12
49	16650	56844	32074	88362	11
50	21075	48353	34664	81478	10
51	25502	39869	37256	74601	9
52	29930	31392	39850	67730	8
53	34361	22922	42446	60867	7
54	38793	14458	45044	54010	6
55	43227	06001	47645	47160	5
56	47663	1,3797551	50248	40318	4
57	52101	89108	52852	33482	3
58	56540	80672	55459	26653	2
59	60982	72242	58069	19831	1
60	65425	63819	60680	13016	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,5877853	0,4122147	0,1909830	0,8090170	60
1	0,5880206	0,4119794	0,1911540	0,8088460	59
2	2558	7442	3251	6749	58
3	4910	5090	4963	5037	57
4	7262	2738	6675	3325	56
5	9613	0387	8388	1612	55
6	0,5891964	0,4108036	0,1920101	0,8079899	54
7	4314	5686	1815	8185	53
8	6663	3337	3530	6470	52
9	9012	0988	5246	4754	51
10	0,5901361	0,4098639	6962	3038	50
11	3709	6291	8679	1321	49
12	6057	3943	0,1930397	0,8069603	48
13	8404	1596	2115	7885	47
14	0,5910750	0,4089250	3834	6166	46
15	3096	6904	5554	4446	45
16	5442	4558	7274	2726	44
17	7787	2213	8995	1005	43
18	0,5920132	0,4079868	0,1940717	0,8059283	42
19	2476	7524	2440	7560	41
20	4819	5181	4163	5837	40
21	7163	2837	5887	4113	39
22	9505	0495	7611	2389	38
23	0,5931847	0,4068153	9336	0664	37
24	4189	5811	0,1951062	0,8048938	36
25	6530	3470	2789	7211	35
26	8871	1129	4516	5484	34
27	0,5941211	0,4058789	6244	3756	33
28	3550	6450	7972	2028	32
29	5889	4111	9701	0299	31
30	8228	1772	0,1961431	0,8038569	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,7265425	1,3763819	1,2360680	1,7013016	60
1	69871	55403	63293	06208	59
2	74318	46994	65909	1,6999407	58
3	78767	38591	68526	92612	57
4	83218	30195	71146	85825	56
5	87671	21806	73768	79044	55
6	92125	13423	76393	72271	54
7	96582	05047	79019	65504	53
8	0,7301041	1,3696678	81647	58744	52
9	05501	88315	84278	51990	51
10	09963	79959	86911	45244	50
11	14428	71610	89546	38504	49
12	18894	63267	92183	31771	48
13	23362	54931	94823	25045	47
14	27832	46602	97464	18326	46
15	32303	38279	1,2400108	11613	45
16	36777	29963	02754	04907	44
17	41253	21653	05402	1,6898208	43
18	45730	13350	08052	91516	42
19	50210	05054	10704	84830	41
20	54691	1,3596764	13359	78151	40
21	59174	88481	16016	71479	39
22	63660	80204	18675	64814	38
23	68147	71934	21336	58155	37
24	72636	63670	23999	51503	36
25	77127	55413	26665	44857	35
26	81620	47162	29333	38219	34
27	86115	38918	32003	31586	33
28	90611	30680	34675	24961	32
29	95110	22449	37349	18342	31
30	99611	14224	40026	11730	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,5948228	0,4051772	0,1961431	0,8038569	30
31	0,5950566	0,4049434	3162	6838	29
32	2904	7096	4893	5107	28
33	5241	4759	6625	3375	27
34	7577	2423	8358	1642	26
35	9913	0087	0,1970091	0,8029909	25
36	0,5962249	0,4037751	1825	8175	24
37	4584	5416	3560	6440	23
38	6918	3082	5295	4705	22
39	9252	0748	7031	2969	21
40	0,5971586	0,4028414	8768	1232	20
41	3919	6081	0,1980505	0,8019495	19
42	6251	3749	2244	7756	18
43	8583	1417	3982	6018	17
44	0,5980915	0,4019085	5722	4278	16
45	3246	6754	7462	2538	15
46	5577	4423	9203	0797	14
47	7906	2094	0,1990944	0,8009056	13
48	0,5990236	0,4009764	2686	7314	12
49	2565	7435	4429	5571	11
50	4893	5107	6173	3827	10
51	7221	2779	7917	2083	9
52	9549	0451	9662	0338	8
53	0,6001876	0,3998124	0,2001407	0,7998593	7
54	4202	5798	3153	6847	6
55	6528	3472	4900	5100	5
56	8854	1146	6648	3352	4
57	0,6011179	0,3988821	8396	1604	3
58	3503	6497	0,2010145	0,7989855	2
59	5827	4173	1895	8105	1
60	8150	1850	3645	6355	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

53 Grad.

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	'
30	0,7399611	1,3514224	1,2140026	1,6811730	30
31	0,7404113	06006	42704	05124	29
32	08618	1,3497794	45385	1,6798525	28
33	13124	89589	48069	91933	27
34	17633	81390	50754	85347	26
35	22143	73198	53442	78768	25
36	26655	65011	56131	72195	24
37	31170	56832	58823	65629	23
38	35686	48658	61518	59070	22
39	40204	40492	64214	52517	21
40	44724	32331	66913	45970	20
41	49246	24177	69614	39430	19
42	53770	16029	72317	32897	18
43	58296	07888	75022	26370	17
44	62824	1,3399753	77730	19850	16
45	67354	91624	80440	13336	15
46	71886	83502	83152	06828	14
47	76420	75386	85866	00328	13
48	80956	67276	88583	1,6693833	12
49	85494	59172	91302	87345	11
50	90033	51075	94023	80864	10
51	94575	42984	96746	74389	9
52	99119	34900	99471	67920	8
53	0,7503665	26822	1,2502199	61458	7
54	08212	18750	04929	55002	6
55	12762	10684	07661	48553	5
56	17314	02624	10396	42110	4
57	21867	1,3294571	13133	35673	3
58	26423	86524	15872	29243	2
59	30981	78483	18613	22819	1
60	35541	70448	21357	16404	0
'	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,6018150	0,3981850	0,2013645	0,7986355	60
1	0,6020473	0,3979527	5396	4604	59
2	2795	7205	7147	2853	58
3	5117	4883	8900	1100	57
4	7439	2561	0,2020653	0,7979347	56
5	9760	0240	2406	7594	55
6	0,6032080	0,3967920	4161	5839	54
7	4400	5600	5916	4084	53
8	6719	3281	7671	2329	52
9	9038	0962	9428	0572	51
10	0,6041356	0,3958644	0,2031185	0,7968815	50
11	3674	6326	2942	7058	49
12	5991	4009	4701	5299	48
13	8308	1692	6460	3540	47
14	0,6050624	0,3949376	8220	1780	46
15	2940	7060	9980	0020	45
16	5255	4745	0,2041741	0,7958259	44
17	7570	2430	3503	6497	43
18	9884	0116	5265	4735	42
19	0,6062198	0,3937802	7028	2972	41
20	4511	5489	8792	1208	40
21	6824	3176	0,2050556	0,7949444	39
22	9136	0864	2322	7678	38
23	0,6071447	0,3928553	4087	5913	37
24	3758	6242	5854	4146	36
25	6069	3931	7621	2379	35
26	8379	1621	9389	0611	34
27	0,6080689	0,3919311	0,2061157	0,7938843	33
28	2998	7002	2926	7074	32
29	5306	4694	4696	5304	31
30	7614	2386	6467	3533	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,7535541	1,3270448	1,2521357	1,6616401	60
1	40102	62420	24402	09990	59
2	44666	54397	26850	03586	58
3	49232	46384	29601	1,6597187	57
4	53799	38374	32353	90795	56
5	58369	30368	35108	84409	55
6	62941	22370	37865	78030	54
7	67514	14379	40625	71657	53
8	72090	06393	43387	65290	52
9	76668	1,3198414	46151	58929	51
10	81248	90441	48917	52575	50
11	85829	82474	51685	46227	49
12	90413	74513	54456	39885	48
13	94999	66559	57229	33550	47
14	99587	58610	60005	27221	46
15	0,7604177	50668	62782	20898	45
16	08769	42731	65562	14581	44
17	13363	34801	68345	08270	43
18	17959	26876	71129	01966	42
19	22557	18958	73916	1,6495668	41
20	27157	11046	76705	89376	40
21	31759	03140	79497	83090	39
22	36363	1,3095239	82291	76811	38
23	40969	87345	85087	70537	37
24	45577	79457	87885	64270	36
25	50188	71575	90686	58009	35
26	54800	63699	93489	51754	34
27	59414	55828	96294	45506	33
28	64031	47964	99102	39263	32
29	68649	40106	1,2601912	33027	31
30	73270	32254	04724	26796	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,6087614	0,3912386	0,2066467	0,7933533	30
31	9922	0078	8238	1762	29
32	0,6092229	0,3907771	0,2070010	0,7929990	28
33	4535	5465	1782	8218	27
34	6841	3159	3555	6445	26
35	9147	0853	5329	4671	25
36	0,6101452	0,3898548	7104	2896	24
37	3756	6244	8879	1121	23
38	6060	3940	0,2080655	0,7919345	22
39	8363	1637	2431	7569	21
40	0,6110666	0,3889334	4208	5792	20
41	2969	7031	5986	4014	19
42	5270	4730	7765	2235	18
43	7572	2428	9544	0456	17
44	9873	0127	0,2091324	0,7908676	16
45	0,6122173	0,3877827	3104	6896	15
46	4473	5527	4885	5115	14
47	6772	3228	6667	3333	13
48	9071	0929	8450	1550	12
49	0,6131369	0,3868631	0,2100233	0,7899767	11
50	3666	6334	2017	7983	10
51	5964	4036	3802	6198	9
52	8260	1740	5587	4413	8
53	0,6140556	0,3859444	7373	2627	7
54	2852	7148	9159	0841	6
55	5147	4853	0,2110946	0,7889054	5
56	7442	2558	2734	7266	4
57	9736	0264	4523	5477	3
58	0,6152029	0,3847971	6312	3688	2
59	4322	5678	8102	1898	1
60	6615	3385	9892	0108	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,7673270	1,3032254	1,2604724	1,6426796	30
31	77893	21407	07539	20572	29
32	82517	16567	10356	14354	28
33	87144	08733	13175	08142	27
34	91773	00904	15997	01936	26
35	96404	1,2993081	18820	1,6395736	25
36	0,7701037	85265	21647	89542	24
37	05672	77454	24475	83355	23
38	10309	69649	27306	77173	22
39	14948	61850	30140	70997	21
40	19589	54057	32975	64828	20
41	24233	46270	35813	58664	19
42	28878	38488	38653	52507	18
43	33526	30713	41496	46355	17
44	38176	22943	44341	40210	16
45	42827	15179	47188	34070	15
46	47481	07421	50038	27937	14
47	52137	1,2899669	52890	21809	13
48	56795	91922	55745	15688	12
49	61455	84182	58601	09572	11
50	66118	76447	61460	03462	10
51	70782	68718	64322	1,6297359	9
52	75448	60995	67186	91261	8
53	80117	53277	70052	85169	7
54	84788	45566	72921	79083	6
55	89460	37860	75792	73003	5
56	94135	30160	78665	66929	4
57	98812	22465	81541	60861	3
58	0,7803492	14776	84419	54799	2
59	08173	07094	87299	48743	1
60	12856	1,2799416	90182	42692	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,6156615	0,3843385	0,2119892	0,7880108	60
1	8907	1093	0,2121684	0,7878316	59
2	0,6161198	0,3838802	3476	6524	58
3	3489	6511	5268	4732	57
4	5780	4220	7061	2939	56
5	8069	1931	8855	1145	55
6	0,6170359	0,3829641	0,2130650	0,7869350	54
7	2648	7352	2445	7555	53
8	4936	5064	4241	5759	52
9	7224	2776	6037	3963	51
10	9511	0489	7835	2165	50
11	0,6181798	0,3818202	9633	0367	49
12	4084	5916	0,2141431	0,7858569	48
13	6370	3630	3230	6770	47
14	8655	1345	5030	4970	46
15	0,6190939	0,3809061	6831	3169	45
16	3224	6776	8632	1368	44
17	5507	4493	0,2150434	0,7849566	43
18	7790	2210	2236	7764	42
19	0,6200073	0,3799927	4039	5961	41
20	2355	7645	5843	4157	40
21	4636	5364	7648	2352	39
22	6917	3083	9453	0547	38
23	9198	0802	0,2161259	0,7838741	37
24	0,6211478	0,3788522	3065	6935	36
25	3757	6243	4873	5127	35
26	6036	3964	6680	3320	34
27	8314	1686	8489	1511	33
28	0,6220592	0,3779408	0,2170298	0,7829702	32
29	2870	7130	2108	7892	31
30	5146	4854	3918	6082	30
'	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,7812856	1,2799416	1,2690182	1,6242692	60
1	17542	91745	93067	36648	59
2	22229	84079	95955	30609	58
3	26919	76419	98845	24576	57
4	31611	68765	1,2701737	18549	56
5	36305	61116	04632	12528	55
6	41002	53473	07529	06513	54
7	45700	45835	10429	00504	53
8	50400	38204	13331	1,6194500	52
9	55103	30578	16235	88502	51
10	59808	22957	19142	82510	50
11	64515	15342	22052	76524	49
12	69224	07733	24963	70544	48
13	73935	00130	27877	64569	47
14	78649	1,2692532	30794	58600	46
15	83364	84940	33712	52637	45
16	88082	77353	36634	46680	44
17	92802	69772	39557	40728	43
18	97524	62196	42484	34783	42
19	0,7902248	54626	45412	28843	41
20	06975	47062	48343	22908	40
21	11703	39503	51276	16980	39
22	16434	31950	54212	11057	38
23	21167	24402	57151	05140	37
24	25902	16860	60091	1,6099228	36
25	30640	09323	63034	93323	35
26	35379	01792	65980	87423	34
27	40121	1,2594267	68928	81528	33
28	44865	86747	71878	75640	32
29	49611	79232	74831	69757	31
30	54359	71723	77787	63879	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,6225146	0,3774854	0,2173918	0,7826082	30
31	7423	2577	5730	4270	29
32	9698	0302	7541	2459	28
33	0,6231974	0,3768026	9354	0646	27
34	4248	5752	0,2181167	0,7818833	26
35	6522	3478	2981	7019	25
36	8796	1204	4795	5205	24
37	0,6241069	0,3758931	6610	3390	23
38	3342	6658	8426	1574	22
39	5614	4386	0,2190243	0,7809757	21
40	7885	2115	2060	7940	20
41	0,6250156	0,3749844	3877	6123	19
42	2427	7573	5696	4304	18
43	4696	5304	7515	2485	17
44	6956	3034	9335	0665	16
45	9235	0765	0,2201155	0,7798845	15
46	0,6261503	0,3738497	2976	7024	14
47	3771	6229	4798	5202	13
48	6038	3962	6620	3380	12
49	8305	1695	8443	1557	11
50	0,6270571	0,3729429	0,2210267	0,7789733	10
51	2837	7163	2091	7909	9
52	5102	4898	3916	6084	8
53	7366	2634	5742	4258	7
54	9631	0369	7569	2431	6
55	0,6281894	0,3718106	9396	0604	5
56	4157	5843	0,2221223	0,7778777	4
57	6420	3580	3051	6949	3
58	8682	1318	4880	5120	2
59	0,6290943	0,3709057	6710	3290	1
60	3204	6796	8540	1460	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,7954359	1,2574723	1,2777787	1,6063879	30
31	59110	64219	80744	58008	29
32	63862	56721	83705	52142	28
33	68617	49229	86667	46281	27
34	73374	41742	89632	40426	26
35	78134	34260	92600	34577	25
36	82895	26784	95570	23734	24
37	87659	19313	98543	22896	23
38	92425	11848	1,2801518	17064	22
39	97193	04388	04495	11237	21
40	0,8001963	1,2496933	07475	05416	20
41	06736	89484	10457	1,5999600	19
42	11511	82040	13442	93790	18
43	16288	74602	16430	87986	17
44	21067	67169	19419	82187	16
45	25849	59742	22412	76394	15
46	30632	52320	25407	70606	14
47	35418	44903	28404	64824	13
48	40206	37492	31404	59048	12
49	44997	30086	34406	53276	11
50	49790	22685	37411	47511	10
51	54584	15290	40418	41751	9
52	59382	07900	43428	35996	8
53	64181	00515	46440	30247	7
54	68983	1,2393136	49455	24504	6
55	73787	85762	52472	18766	5
56	78593	78393	55492	13033	4
57	83401	71030	58514	07306	3
58	88212	63672	61539	01584	2
59	93025	56319	64566	1,5895868	1
60	97840	48972	67596	90157	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,6293204	0,3706796	0,2228540	0,7771460	60
1	5464	4536	0,2230371	0,7769629	59
2	7724	2276	2203	7797	58
3	9983	0017	4035	5965	57
4	0,6302242	0,3697758	5868	4132	56
5	4500	5500	7702	2298	55
6	6758	3242	9536	0464	54
7	9015	0985	0,2241371	0,7758629	53
8	0,6311272	0,3688728	3206	6794	52
9	3528	6472	5043	4957	51
10	5784	4216	6879	3121	50
11	8039	1961	8717	1283	49
12	0,6320293	0,3679707	0,2250555	0,7749445	48
13	2547	7453	2394	7606	47
14	4800	5200	4233	5767	46
15	7053	2947	6074	3926	45
16	9306	0694	7914	2086	44
17	0,6331557	0,3668443	9756	0244	43
18	3809	6191	0,2261598	0,7738402	42
19	6059	3941	3441	6559	41
20	8310	1690	5284	4716	40
21	0,6340559	0,3659441	7128	2872	39
22	2808	7192	8973	1027	38
23	5057	4943	0,2270818	0,7729182	37
24	7305	2695	2664	7336	36
25	9553	0447	4511	5489	35
26	0,6351800	0,3648200	6358	3642	34
27	4046	5954	8206	1794	33
28	6292	3708	0,2280055	0,7719945	32
29	8537	1463	1904	8096	31
30	0,6360782	0,3639218	3754	6246	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,8097840	1,2348972	1,2867596	1,5890157	60
1	0,8102658	41629	70628	84452	59
2	07478	34292	73663	78752	58
3	12300	26961	76700	73058	57
4	17124	19634	79740	67369	56
5	21951	12313	82782	61685	55
6	26780	04997	85827	56007	54
7	31611	1,2297687	88875	50334	53
8	36444	90381	91925	44667	52
9	41280	83081	94977	39005	51
10	46118	75786	98032	33348	50
11	50958	68496	1,2901090	27697	49
12	55801	61211	04150	22051	48
13	60646	53932	07213	16411	47
14	65493	46658	10278	10776	46
15	70343	39389	13346	05146	45
16	75195	32125	16416	1,5799521	44
17	80049	24866	19489	93902	43
18	84905	17613	22564	88289	42
19	89764	10364	25642	82680	41
20	94625	03121	28723	77077	40
21	99488	1,2195883	31806	71479	39
22	0,8204354	88650	34892	65887	38
23	09222	81422	37980	60300	37
24	14093	74199	41071	54718	36
25	18965	66982	44164	49141	35
26	23840	59769	47260	43570	34
27	28718	52562	50359	38004	33
28	33597	45359	53460	32443	32
29	38479	38162	56564	26887	31
30	43364	30970	59670	21337	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,6360782	0,3639218	0,2283754	0,7716246	30
31	3026	6974	5605	4395	29
32	5270	4730	7456	2544	28
33	7513	2487	9308	0692	27
34	9756	0244	0,2291160	0,7708840	26
35	0,6371998	0,3628002	3014	6986	25
36	4240	5760	4868	5132	24
37	6481	3519	6722	3278	23
38	8721	1279	8577	1423	22
39	0,6380961	0,3619039	0,2300433	0,7699567	21
40	3201	6799	2290	7710	20
41	5440	4560	4147	5853	19
42	7678	2322	6004	3996	18
43	9916	0084	7863	2137	17
44	0,6392153	0,3607847	9722	0278	16
45	4390	5610	0,2311582	0,7688418	15
46	6626	3374	3442	6558	14
47	8862	1138	5303	4697	13
48	0,6401097	0,3598903	7165	2835	12
49	3332	6668	9027	0973	11
50	5566	4434	0,2320890	0,7679110	10
51	7799	2201	2754	7246	9
52	0,6410032	0,3589968	4618	5382	8
53	2264	7736	6483	3517	7
54	4496	5504	8348	1652	6
55	6728	3272	0,2330215	0,7669785	5
56	8958	1042	2082	7918	4
57	0,6421189	0,3578811	3949	6051	3
58	3418	6582	5817	4183	2
59	5647	4353	7686	2314	1
60	7876	2124	9556	0444	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

50 Grad.

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,8243364	1,2130970	1,2959670	1,5721337	30
31	48251	23783	62779	15792	29
32	53140	16601	65890	10252	28
33	58031	09424	69004	04717	27
34	62925	02252	72121	1,5699188	26
35	67821	1,2095085	75240	93664	25
36	72719	87924	78362	88145	24
37	77620	80767	81487	82631	23
38	82523	73615	84614	77123	22
39	87429	66468	87743	71619	21
40	92337	59327	90876	66121	20
41	97247	52190	94011	60628	19
42	0,8302160	45058	97148	55141	18
43	07075	37932	1,3000288	49658	17
44	11992	30810	03431	44181	16
45	16912	23693	06776	38708	15
46	21834	16581	09724	33241	14
47	26759	09475	12875	27779	13
48	31686	02373	16028	22322	12
49	36615	1,1995276	19184	16871	11
50	41547	88184	22343	11424	10
51	46481	81097	25504	05982	9
52	51418	74015	28667	00546	8
53	56357	66938	31834	1,5595115	7
54	61298	59866	35003	89689	6
55	66242	52799	38175	84268	5
56	71188	45736	41349	78852	4
57	76136	38679	44526	73441	3
58	81087	31626	47706	68035	2
59	86041	24579	50888	62634	1
60	90996	17536	54073	57238	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,6427876	0,3572124	0,2339556	0,7660444	60
1	0,6430104	0,3569896	0,2341426	0,7658574	59
2	2332	7668	3296	6704	58
3	4559	5441	5168	4832	57
4	6785	3215	7040	2960	56
5	9011	0989	8913	1087	55
6	0,6441236	0,3558764	0,2350786	0,7649214	54
7	3461	6539	2660	7340	53
8	5685	4315	4535	5465	52
9	7909	2091	6410	3590	51
10	0,6450132	0,3549868	8286	1714	50
11	2355	7645	0,2360162	0,7639838	49
12	4577	5423	2040	7960	48
13	6798	3202	3918	6082	47
14	9019	0981	5796	4204	46
15	0,6461240	0,3538760	7675	2325	45
16	3460	6540	9555	0445	44
17	5679	4321	0,2371436	0,7628564	43
18	7898	2102	3317	6683	42
19	0,6470116	0,3529884	5198	4802	41
20	2334	7666	7081	2919	40
21	4551	5449	8964	1036	39
22	6767	3233	0,2380848	0,7619152	38
23	8984	1016	2732	7268	37
24	0,6481199	0,3518801	4617	5383	36
25	3414	6586	6503	3497	35
26	5628	4372	8389	1611	34
27	7842	2158	0,2390276	0,7609724	33
28	0,6490056	0,3509944	2163	7837	32
29	2268	7732	4051	5949	31
30	4480	5520	5940	4060	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,8390996	1,1917536	1,3054073	1,5557238	60
1	95955	10498	57261	51845	59
2	0,8400915	03465	60451	46462	58
3	05878	1,1896437	63644	41081	57
4	10844	89414	66839	35706	56
5	15812	82395	70038	30335	55
6	20782	75382	73239	24970	54
7	25755	68373	76442	19610	53
8	30730	61369	79649	14254	52
9	35708	54370	82858	08904	51
10	40688	47376	86069	03558	50
11	45670	40387	89284	1,5498218	49
12	50655	33402	92501	92882	48
13	55643	26422	95720	87552	47
14	60633	19447	98943	82226	46
15	65625	12477	1,3102168	76906	45
16	70620	05512	05396	71590	44
17	75617	1,1798551	08626	66280	43
18	80617	91595	11860	60974	42
19	85619	84644	15095	55673	41
20	90624	77698	18334	50378	40
21	95631	70756	21575	45087	39
22	0,8500640	63820	24820	39801	38
23	05653	56888	28066	34520	37
24	10667	49960	31316	29244	36
25	15684	43038	34568	23973	35
26	20704	36120	37823	18706	34
27	25726	29207	41081	13445	33
28	30750	22298	44341	08189	32
29	35777	15395	47604	02937	31
30	40807	08496	50870	1,5397690	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,6494480	0,3505520	0,2395940	0,7604060	30
31	6692	3308	7830	2170	29
32	8903	1097	9720	0280	28
33	0,6501114	0,3498886	0,2401611	0,7598389	27
34	3324	6676	3502	6498	26
35	5533	4467	5394	4606	25
36	7742	2258	7287	2713	24
37	9951	0049	9180	0820	23
38	0,6512158	0,3487842	0,2411074	0,7588926	22
39	4366	5634	2969	7031	21
40	6572	3428	4864	5136	20
41	8778	1222	6760	3240	19
42	0,6520984	0,3479016	8657	1343	18
43	3189	6811	0,2420554	0,7579446	17
44	5394	4606	2452	7548	16
45	7598	2402	4350	5650	15
46	9801	0199	6249	3751	14
47	0,6532004	0,3467996	8149	1851	13
48	4206	5794	0,2430049	0,7569951	12
49	6408	3592	1950	8050	11
50	8609	1391	3852	6148	10
51	0,6540810	0,3459190	5754	4246	9
52	3010	6990	7657	2343	8
53	5209	4791	9561	0439	7
54	7408	2592	0,2441465	0,7558535	6
55	9607	0393	3370	6630	5
56	0,6551804	0,3448196	5276	4724	4
57	4002	5998	7182	2818	3
58	6198	3802	9089	0911	2
59	8395	1605	0,2450996	0,7549004	1
60	0,6560590	0,3439410	2904	7096	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,8540807	1,1708496	1,3150870	1,5397690	30
31	45839	01601	54139	92449	29
32	50873	1,1694712	57410	87212	28
33	55910	87827	60684	81980	27
34	60950	80947	63961	76752	26
35	65992	74071	67240	71530	25
36	71037	67200	70523	66313	24
37	76084	60334	73808	61100	23
38	81133	53472	77096	55892	22
39	86185	46615	80386	50689	21
40	91240	39763	83680	45491	20
41	96297	32916	86976	40297	19
42	0,8601357	26073	90274	35109	18
43	06419	19234	93576	29925	17
44	11484	12400	96881	24746	16
45	16551	05571	1,3200188	19572	15
46	21621	1,1598747	03498	14403	14
47	26694	91927	06810	09238	13
48	31768	85112	10126	04078	12
49	36846	78301	13444	1,5298923	11
50	41926	71495	16765	93773	10
51	47009	64693	20089	88627	9
52	52094	57896	23416	83487	8
53	57181	51104	26745	78351	7
54	62272	44316	30078	73219	6
55	67365	37532	33413	68093	5
56	72460	30754	36750	62971	4
57	77558	23979	40091	57854	3
58	82659	17210	43435	52741	2
59	87762	10445	46781	47634	1
60	92867	03684	50130	42531	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,6560590	0,3439410	0,2452904	0,7547096	60
1	2785	7215	4813	5187	59
2	4980	5020	6722	3278	58
3	7174	2826	8632	1368	57
4	9367	0633	0,2460543	0,7539457	56
5	0,6571560	0,3428440	2454	7546	55
6	3752	6248	4366	5634	54
7	5944	4056	6279	3721	53
8	8135	1865	8192	1808	52
9	0,6580326	0,3419674	0,2470106	0,7529894	51
10	2516	7484	2020	7980	50
11	4706	5294	3935	6065	49
12	6895	3105	5851	4149	48
13	9083	0917	7767	2233	47
14	0,6591271	0,3408729	9634	0316	46
15	3458	6542	0,2481602	0,7518398	45
16	5645	4355	3520	6480	44
17	7831	2169	5439	4561	43
18	0,6600017	0,3399983	7359	2641	42
19	2202	7798	9279	0721	41
20	4386	5614	0,2491200	0,7508800	40
21	6570	3430	3121	6879	39
22	8754	1246	5043	4957	38
23	0,6610936	0,3389064	6966	3034	37
24	3119	6881	8889	1111	36
25	5300	4700	0,2500813	0,7499187	35
26	7482	2518	2738	7262	34
27	9662	0338	4663	5337	33
28	0,6621842	0,3378158	6589	3411	32
29	4022	5978	8516	1484	31
30	6200	3800	0,2510443	0,7489557	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,8692867	1,1503684	1,3250130	1,5242531	60
1	97976	1,1496928	53482	37433	59
2	0,8703087	90176	56837	32339	58
3	08200	83429	60194	27250	57
4	13316	76687	63554	22166	56
5	18435	69949	66918	17087	55
6	23556	63215	70284	12012	54
7	28680	56486	73653	06942	53
8	33806	49762	77024	01876	52
9	38935	43041	80399	1,5196815	51
10	44067	36326	83776	91759	50
11	49201	29615	87156	86708	49
12	54338	22908	90539	81661	48
13	59478	16206	93925	76619	47
14	64620	09508	97314	71581	46
15	69765	02815	1,3300706	66548	45
16	74912	1,1396126	04100	61520	44
17	80062	89441	07497	56496	43
18	85215	82761	10897	51477	42
19	90370	76086	14301	46462	41
20	95528	69414	17707	41452	40
21	0,8800688	62747	21115	36447	39
22	05852	56085	24527	31446	38
23	11017	49427	27942	26450	37
24	16186	42773	31359	21459	36
25	21357	36124	34779	16472	35
26	26531	29479	38203	11489	34
27	31707	22839	41629	06511	33
28	36886	16203	45058	01538	32
29	42068	09571	48489	1,5096569	31
30	47253	02944	51924	91605	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,6626200	0,3373800	0,2510443	0,7489557	30
31	8379	1621	2371	7629	29
32	0,6630557	0,3369443	4299	5701	28
33	2734	7266	6228	3772	27
34	4910	5090	8158	1842	26
35	7087	2913	0,2520088	0,7479912	25
36	9262	0738	2019	7981	24
37	0,6641437	0,3358563	3951	6049	23
38	3612	6388	5883	4117	22
39	5785	4215	7816	2184	21
40	7959	2041	9749	0251	20
41	0,6650131	0,3349869	0,2531683	0,7468317	19
42	2304	7696	3618	6382	18
43	4475	5525	5554	4446	17
44	6646	3354	7490	2510	16
45	8817	1183	9426	0574	15
46	0,6660987	0,3339013	0,2541364	0,7458636	14
47	3156	6844	3301	6699	13
48	5325	4675	5240	4760	12
49	7493	2507	7179	2821	11
50	9661	0339	9119	0881	10
51	0,6671828	0,3328172	0,2551059	0,7448941	9
52	3994	6006	3001	6999	8
53	6160	3840	4942	5058	7
54	8326	1674	6885	3115	6
55	0,6680490	0,3319510	8827	1173	5
56	2655	7345	0,2560771	0,7439229	4
57	4818	5182	2715	7285	3
58	6981	3019	4660	5340	2
59	9144	0856	6606	3394	1
60	0,6691306	0,3308694	8552	1448	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,8847253	1,1302944	1,3351924	1,5094605	30
31	52440	1,1296321	55362	86645	29
32	57630	89702	58802	81690	28
33	62822	83088	62246	76739	27
34	68017	76478	65692	71793	26
35	73215	69872	69141	66852	25
36	78415	63271	72594	61915	24
37	83619	56674	76049	56982	23
38	88825	50081	79507	52054	22
39	94033	43493	82968	47131	21
40	99244	36909	86432	42211	20
41	0,8904458	30329	89898	37297	19
42	09675	23754	93368	32387	18
43	14894	17183	96841	27481	17
44	20116	10616	1,3400316	22580	16
45	25341	04053	03795	17683	15
46	30569	1,1497495	07276	12791	14
47	35799	90944	10761	07903	13
48	41032	84391	14248	03020	12
49	46268	77846	17738	1,4998141	11
50	51506	71305	21232	93267	10
51	56747	64768	24728	88397	9
52	61991	58235	28227	83531	8
53	67238	51706	31729	78670	7
54	72487	45182	35234	73813	6
55	77739	38662	38742	68961	5
56	82994	32146	42253	64113	4
57	88251	25635	45767	59270	3
58	93512	19127	49284	54431	2
59	98775	12624	52804	49596	1
60	0,9004040	06125	56327	44765	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,6694306	0,3308694	0,2568552	0,7431448	60
1	3468	6532	0,2570498	0,7429502	59
2	5628	4372	2446	7554	58
3	7789	2211	4394	5606	57
4	9948	0052	6342	3658	56
5	0,6702108	0,3297892	8292	1708	55
6	4266	5734	0,2580242	0,7419758	54
7	6424	3576	2192	7808	53
8	8582	1418	4143	5857	52
9	0,6710739	0,3289261	6095	3905	51
10	2895	7105	8047	1953	50
11	5051	4949	0,2590000	0000	49
12	7206	2794	1954	0,7408046	48
13	9361	0639	3908	6092	47
14	0,6721515	0,3278485	5863	4137	46
15	3668	6332	7819	2181	45
16	5821	4179	9775	0225	44
17	7973	2027	0,2601732	0,7398268	43
18	0,6730125	0,3269875	3689	6311	42
19	2276	7724	5647	4353	41
20	4427	5573	7606	2394	40
21	6577	3423	9565	0435	39
22	8727	1273	0,2611525	0,7388475	38
23	0,6740876	0,3259124	3485	6515	37
24	3024	6976	5447	4553	36
25	5172	4828	7408	2592	35
26	7319	2681	9371	0629	34
27	9466	0534	0,2621334	0,7378666	33
28	0,6751612	0,3248388	3297	6703	32
29	3757	6243	5262	4738	31
30	5902	4098	7227	2773	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,9004040	1,1106125	1,3456327	1,4944765	60
1	09309	1,1099630	59853	39940	59
2	14580	93140	63382	35418	58
3	19854	86653	66914	30301	57
4	25131	80171	70449	25488	56
5	30411	73693	73987	20680	55
6	35693	67219	77528	15876	54
7	40979	60750	81072	11076	53
8	46267	54284	84619	06280	52
9	51557	47823	88168	01489	51
10	56851	41365	91721	1,4896703	50
11	62147	34912	95277	91920	49
12	67446	28463	98836	87142	48
13	72748	22019	1,3502398	82369	47
14	78053	15578	05963	77599	46
15	83360	09141	09531	72834	45
16	88671	02709	13102	68073	44
17	93984	1,0996281	16677	63317	43
18	99300	89857	20254	58565	42
19	0,9104619	83436	23834	53817	41
20	09940	77020	27417	49073	40
21	15265	70609	31003	44334	39
22	20592	64201	34593	39599	38
23	25922	57797	38185	34868	37
24	31255	51397	41780	30142	36
25	36591	45002	45379	25420	35
26	41929	38610	48980	20702	34
27	47270	32223	52585	15988	33
28	52615	25840	56193	11278	32
29	57962	19460	59803	06573	31
30	63312	13085	63417	01872	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,6755902	0,3244098	0,2627227	0,7372773	30
31	8046	1954	9192	0808	29
32	0,6760190	0,3239810	0,2631158	0,7368842	28
33	2333	7667	3125	6875	27
34	4476	5524	5092	4908	26
35	6618	3382	7060	2940	25
36	8760	1240	9029	0971	24
37	0,6770901	0,3229099	0,2640998	0,7359002	23
38	3041	6959	2968	7032	22
39	5181	4819	4939	5061	21
40	7320	2680	6910	3090	20
41	9459	0541	8882	1118	19
42	0,6781597	0,3218403	0,2650854	0,7349146	18
43	3734	6266	2827	7173	17
44	5871	4129	4801	5199	16
45	8007	1993	6775	3225	15
46	0,6790143	0,3209857	8750	1250	14
47	2278	7722	0,2660725	0,7339275	13
48	4413	5587	2701	7299	12
49	6547	3453	4678	5322	11
50	8681	1319	6655	3345	10
51	0,6800813	0,3199187	8633	1367	9
52	2946	7054	0,2670612	0,7329388	8
53	5078	4922	2591	7409	7
54	7209	2791	4571	5429	6
55	9339	0661	6551	3449	5
56	0,6811469	0,3188531	8533	1467	4
57	3599	6401	0,2680514	0,7319486	3
58	5728	4272	2497	7503	2
59	7856	2144	4479	5521	1
60	9984	0016	6463	3537	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,9163312	1,0913085	1,3563417	1,4801872	30
31	68665	06714	67034	1,4797176	29
32	74020	00347	70654	92483	28
33	79379	1,0893984	74277	87795	27
34	84740	87624	77903	83111	26
35	90104	81269	81532	78431	25
36	95471	74918	85164	73755	24
37	0,9200841	68571	88800	69084	23
38	06214	62228	92438	64417	22
39	11590	55889	96080	59754	21
40	16969	49554	99725	55095	20
41	22350	43223	1,3603372	50440	19
42	27734	36896	07023	45790	18
43	33122	30573	10677	41144	17
44	38512	24254	14334	36502	16
45	43905	17939	17995	31864	15
46	49301	11628	21658	27230	14
47	54700	05321	25324	22600	13
48	60102	1,0799018	28994	17975	12
49	65506	92718	32667	13354	11
50	70914	86423	36343	08736	10
51	76324	80132	40022	04123	9
52	81738	73845	43704	1,4699514	8
53	87154	67561	47389	94910	7
54	92573	61282	51078	90309	6
55	97996	55006	54770	85713	5
56	0,9303421	48734	58464	81120	4
57	08849	42467	62162	76532	3
58	14280	36203	65863	71948	2
59	19714	29943	69567	67368	1
60	25151	23687	73275	62792	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,6819984	0,3180016	0,2686463	0,7313537	60
1	0,6822111	0,3177889	8447	1553	59
2	4237	5763	0,2690432	0,7309568	58
3	6363	3637	2417	7583	57
4	8489	1511	4403	5597	56
5	0,6830613	0,3169387	6390	3610	55
6	2738	7262	8377	1623	54
7	4861	5139	0,2700365	0,7299635	53
8	6984	3016	2354	7646	52
9	9107	0893	4343	5657	51
10	0,6841229	0,3158771	6332	3668	50
11	3350	6650	8323	1677	49
12	5471	4529	0,2710314	0,7289686	48
13	7591	2409	2305	7695	47
14	9711	0289	4297	5703	46
15	0,6851830	0,3148170	6290	3710	45
16	3948	6052	8284	1716	44
17	6066	3934	0,2720278	0,7279722	43
18	8184	1816	2272	7728	42
19	0,6860300	0,3139700	4268	5732	41
20	2416	7584	6264	3736	40
21	4532	5468	8260	1740	39
22	6647	3353	0,2730257	0,7269743	38
23	8761	1239	2255	7745	37
24	0,6870875	0,3129125	4253	5747	36
25	2988	7012	6252	3748	35
26	5101	4899	8252	1748	34
27	7213	2787	0,2740252	0,7259748	33
28	9325	0675	2253	7747	32
29	0,6881435	0,3118565	4254	5746	31
30	3546	6454	6256	3744	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,9325151	1,0723687	1,3673275	1,4662792	60
1	30591	17435	76985	58220	59
2	36034	11187	80699	53652	58
3	41479	04943	84416	49089	57
4	46928	1,0698702	88136	44529	56
5	52380	92466	91859	39973	55
6	57834	86233	95586	35422	54
7	63292	80004	99315	30875	53
8	68753	73779	1,3703048	26331	52
9	74216	67558	06784	21792	51
10	79683	61341	10523	17257	50
11	85153	55128	14266	12726	49
12	90625	48918	18011	08198	48
13	96101	42713	21760	03675	47
14	0,9401579	36511	25512	1,4599156	46
15	07061	30313	29268	94641	45
16	12545	24119	33026	90130	44
17	18033	17929	36788	85623	43
18	23523	11742	40553	81120	42
19	29017	05560	44321	76621	41
20	34513	1,0599381	48092	72127	40
21	40013	93206	51867	67636	39
22	45516	87035	55645	63149	38
23	51021	80867	59426	58666	37
24	56530	74704	63210	54187	36
25	62042	68544	66998	49712	35
26	67556	62388	70789	45241	34
27	73074	56235	74583	40774	33
28	78595	50087	78380	36311	32
29	84119	43942	82181	31852	31
30	89646	37801	85985	27397	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,6883546	0,3116454	0,2746256	0,7253744	30
31	5655	4345	8259	1741	29
32	7765	2235	0,2750262	0,7249738	28
33	9873	0127	2266	7734	27
34	0,6891981	0,3108019	4271	5729	26
35	4089	5911	6276	3724	25
36	6195	3805	8281	1719	24
37	8302	1698	0,2760288	0,7239712	23
38	0,6900407	0,3099593	2295	7705	22
39	2512	7488	4302	5698	21
40	4617	5383	6310	3690	20
41	6721	3279	8319	1681	19
42	8824	1176	0,2770329	0,7229671	18
43	0,6910927	0,3089073	2339	7661	17
44	3029	6971	4349	5651	16
45	5131	4869	6360	3640	15
46	7232	2768	8372	1628	14
47	9332	0668	0,2780385	0,7219615	13
48	0,6921432	0,3078568	2398	7602	12
49	3531	6469	4411	5589	11
50	5630	4370	6426	3574	10
51	7728	2272	8441	1559	9
52	9825	0175	0,2790456	0,7209544	8
53	0,6931922	0,3068078	2472	7528	7
54	4018	5982	4489	5511	6
55	6114	3886	6506	3494	5
56	8209	1791	8524	1476	4
57	0,6940304	0,3059696	0,2800543	0,7199457	3
58	2398	7602	2562	7438	2
59	4491	5509	4582	5418	1
60	6584	3416	6602	3398	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,9489646	1,0537801	1,3785985	1,4527397	30
31	95176	31664	89792	22946	29
32	0,9500709	25531	93602	18498	28
33	06245	19401	97416	14055	27
34	11784	13275	1,3801233	09616	26
35	17326	07153	05053	05181	25
36	22871	01034	08877	00749	24
37	28420	1,0494920	12704	1,4496322	23
38	33971	88809	16534	91898	22
39	39526	82702	20367	87478	21
40	45083	76598	24204	83063	20
41	50644	70498	28044	78651	19
42	56208	64402	31887	74243	18
43	61774	58310	35734	69839	17
44	67344	52221	39584	65439	16
45	72917	46136	43437	61043	15
46	78494	40055	47294	56651	14
47	84073	33977	51153	52262	13
48	89655	27904	55017	47878	12
49	95241	21833	58883	43497	11
50	0,9600829	15767	62753	39120	10
51	06421	09704	66626	34748	9
52	12016	03645	70503	30379	8
53	17614	1,0397589	74383	26013	7
54	23215	91538	78266	21652	6
55	28819	85489	82153	17295	5
56	34427	79445	86043	12941	4
57	40037	73404	89936	08592	3
58	45651	67367	93832	04246	2
59	51268	61333	97733	1,4399904	1
60	56888	55303	1,3901636	95565	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
0	0,6946584	0,3053416	0,2806602	0,7193398	60
1	8676	1324	8623	1377	59
2	0,6950767	0,3049233	0,2810645	0,7189355	58
3	2858	7142	2667	7333	57
4	4949	5051	4690	5310	56
5	7039	2961	6713	3287	55
6	9128	0872	8737	1263	54
7	0,6961217	0,3038783	0,2820762	0,7179238	53
8	3305	6695	2787	7213	52
9	5392	4608	4813	5187	51
10	7479	2521	6839	3161	50
11	9565	0435	8866	1134	49
12	0,6971651	0,3028349	0,2830894	0,7169106	48
13	3736	6264	2922	7078	47
14	5821	4179	4951	5049	46
15	7905	2095	6981	3019	45
16	9988	0012	9011	0989	44
17	0,6982071	0,3017929	0,2841041	0,7158959	43
18	4153	5847	3073	6927	42
19	6234	3766	5105	4895	41
20	8315	1685	7137	2863	40
21	0,6990396	0,3009604	9170	0830	39
22	2476	7524	0,2851204	0,7148796	38
23	4555	5445	3238	6762	37
24	6633	3367	5273	4727	36
25	8711	1289	7309	2691	35
26	0,7000789	0,2999211	9345	0655	34
27	2866	7134	0,2861382	0,7138618	33
28	4942	5058	3419	6581	32
29	7018	2982	5457	4543	31
30	9093	0907	7496	2504	30
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
0	0,9656888	1,0355303	1,3901636	1,4395565	60
1	62511	49277	05543	91231	59
2	68137	43254	09453	86900	58
3	73767	37235	13366	82574	57
4	79399	31220	17283	78251	56
5	85035	25208	21203	73932	55
6	90674	19199	25127	69616	54
7	96316	13195	29054	65305	53
8	0,9701962	07194	32985	60997	52
9	07610	01196	36918	56693	51
10	13262	1,0295203	40856	52393	50
11	18917	89212	44796	48097	49
12	24575	83226	48740	43805	48
13	30236	77243	52688	39516	47
14	35901	71263	56639	35231	46
15	41569	65287	60593	30950	45
16	47240	59315	64551	26672	44
17	52914	53346	68512	22399	43
18	58591	47381	72477	18129	42
19	64272	41419	76445	13863	41
20	69956	35461	80416	09600	40
21	75643	29506	84391	05342	39
22	81333	23555	88369	01087	38
23	87027	17608	92351	1,4296836	37
24	92724	11664	96336	92588	36
25	98424	05723	1,4000325	88345	35
26	0,9804127	1,0199786	04317	84105	34
27	09833	93853	08313	79868	33
28	15543	87923	12312	75636	32
29	21256	81997	16315	71407	31
30	26973	76074	20321	67182	30
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

'	Seno.	Cosenoverso.	Senoverso.	Coseno.	
30	0,7009093	0,2990907	0,2867496	0,7132504	30
31	0,7011167	0,2988833	9535	0465	29
32	3241	6759	0,2871574	0,7128426	28
33	5314	4686	3615	6385	27
34	7387	2613	5656	4344	26
35	9459	0541	7697	2303	25
36	0,7021531	0,2978469	9740	0260	24
37	3604	6399	0,2881782	0,7118218	23
38	5672	4328	3826	6174	22
39	7744	2259	5870	4130	21
40	9811	0189	7914	2086	20
41	0,7031879	0,2968121	9959	0041	19
42	3947	6053	0,2892005	0,7107995	18
43	6014	3986	4052	5948	17
44	8081	1919	6099	3901	16
45	0,7040147	0,2959853	8146	1854	15
46	2213	7787	0,2900194	0,7099806	14
47	4278	5722	2243	7757	13
48	6342	3658	4293	5707	12
49	8406	1594	6343	3657	11
50	0,7050469	0,2949531	8393	1607	10
51	2532	7468	0,2910444	0,7089556	9
52	4594	5406	2496	7504	8
53	6655	3345	4549	5451	7
54	8716	1284	6602	3398	6
55	0,7060776	0,2939224	8655	1345	5
56	2835	7165	0,2920709	0,7079291	4
57	4894	5106	2764	7236	3
58	6953	3047	4820	5180	2
59	9011	0989	6876	3124	1
60	0,7071068	0,2928932	8932	1068	0
	Coseno.	Senoverso.	Cosenoverso.	Seno.	'

Digitized by Google

'	Tangente.	Cotangente.	Secante.	Cosecante.	
30	0,9826973	1,0176074	1,4020321	1,4267182	30
31	32692	70155	24330	62961	29
32	38415	64239	28343	58743	28
33	44141	58326	32360	54529	27
34	49871	52418	36380	50319	26
35	55603	46512	40403	46112	25
36	61339	40610	44430	41909	24
37	67079	34712	48461	37710	23
38	72821	28817	52494	33514	22
39	78567	22925	56532	29323	21
40	84316	17038	60573	25134	20
41	90069	11153	64617	20950	19
42	95825	05272	68665	16769	18
43	0,9901584	1,0099394	72717	12592	17
44	07346	93521	76772	08418	16
45	13112	87649	80831	04248	15
46	18881	81782	84893	00082	14
47	24654	75918	88958	1,4195920	13
48	30429	70058	93028	91761	12
49	36208	64201	97100	87605	11
50	41991	58348	1,4101177	83454	10
51	47777	52497	05257	79306	9
52	53566	46651	09340	75161	8
53	59358	40807	13427	71020	7
54	65154	34968	17517	66883	6
55	70953	29131	21612	62749	5
56	76756	23298	25709	58619	4
57	82562	17469	29810	54493	3
58	88371	11642	33915	50370	2
59	94184	05819	38024	46251	1
60	1,0000000	1,0000000	42136	42136	0
	Cotangente.	Tangente.	Cosecante.	Secante.	'

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLA II.

ÁNGULOS TANGENCIALES Y CUERDAS PARA ARCOS DE 20 Y DE 40 METROS DE LONGITUD Y RADIOS VARIABLES DE 100 A 5.000 METROS.

Digitized by Google

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 100 c′ = 19,967	R = 110 c′ = 19,972	R = 120 c′ = 19,977	R = 130 c′ = 19,980
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	5°...43′,775	5°...12′,522	4°...46′,479	4°...24′,442
2	11 ...27 ,549	10 ...25 ,045	9 ...32 ,958	8 ...48 ,884
3	17 ...11 ,324	15 ...37 ,567	14 ...19 ,436	13 ...13 ,326
4	22 ...55 ,098	20 ...50 ,089	19 ... 5 ,915	17 ...37 ,768
5	28 ...38 ,873	26 ... 2 ,612	23 ...52 ,394	22 ... 2 ,210
6	34 ...22 ,647	31 ...15 ,134	28 ...38 ,873	26 ...26 ,652
7	40 ... 6 ,422	36 ...27 ,656	33 ...25 ,351	30 ...51 ,094
8	45 ...50 ,196	41 ...40 ,178	38 ...11 ,830	35 ...15 ,536
9	51 ...33 ,971	46 ...52 ,701	42 ...58 ,309	39 ...39 ,977
10	57 ...17 ,745	52 ... 5 ,223	47 ...44 ,788	44 ... 4 ,419
11	63 ... 1 ,520	57 ...17 ,745	52 ...31 ,266	48 ...28 ,861
12	68 . .45 ,294	62 ...30 ,268	57 ..17 ,745	52 ...53 ,303
13	74 ...29 ,069	67 ...42 ,790	62 . . 4 ,224	57 ...17 ,745
14	80 ...12 ,843	72 ...55 ,312	66 ...50 ,703	61 ...42 ,187
15	85 ...56 ,618	78 ... 7 ,835	71 ...37 ,182	66 ... 6 ,629
16	91 ...40 ,392	83 ...20 ,357	76 ...23 ,660	70 ...31 ,071
17	97 ...24 ,167	88 ...32 ,879	81 ...10 ,139	74 ...55 ,513
18	103 ... 7 ,942	93 ...45 ,401	85 .. 56 ,618	79 ...19 ,955
19	108 ...51 ,716	98 ...57 ,924	90 ...43 ,097	83 ...44 ,397
20	114 ...35 ,491	104 ...10 ,446	95 ...29 ,575	88 ... 8 ,839
21	120 ...19 ,265	109 ...22 ,968	100 ...16 ,054	92 ...33 ,281
22	126 ... 3 ,040	114 ...35 ,491	105 ... 2 ,533	96 ...57 ,723
23	131 ...46 ,814	119 ...48 ,013	109 ...49 ,012	101 ...22 ,165
24	137 ...30 ,589	125 ... 0 ,535	114 ...35 ,491	105 ...46 ,607
25	143 ...14 ,363	130 ...13 ,058	119 ...21 ,969	110 ...11 ,049
26	148 ...58 ,138	135 ...25 ,580	124 ... 8 ,448	114 ...35 ,490
27	154 ...41 ,912	140 ...38 ,102	128 ...54 ,927	118 ...59 ,932
28	160 ...25 ,687	145 .. 50 ,624	133 ...41 ,406	123 ...24 ,374
29	166 ... 9 ,461	151 ... 3 ,147	138 ...27 ,884	127 ...48 ,816
30	171 ...53 ,236	156 ...15 ,669	143 ...14 ,363	132 ...13 ,258
	c″ = 39,734	c″ = 39,805	c″ = 39,815	c″ = 39,842

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 140 c' = 19,983	R = 150 c' = 19,985	R = 160 c' = 19,987	R = 170 c' = 19,988
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	4°... 5',553	3°...49',183	3°...34',859	3°...22',220
2	8 ...11 ,106	7 ...38 ,366	7 ... 9 ,718	6 ...44 ,441
3	12 ...16 ,660	11 ...27 ,549	10 ...44 ,577	10 ... 6 ,661
4	16 ...22 ,213	15 ...16 ,732	14 ...19 ,436	13 ...28 ,881
5	20 ...27 ,766	19 ... 5 ,915	17 ...54 ,295	16 . .51 ,102
6	24 ...33 ,319	22 ...55 ,098	21 ...29 ,154	20 ...13 ,322
7	28 ...38 ,873	26 ...44 ,281	25 ... 4 ,014	23 ...35 ,542
8	32 ...44 ,426	30 ...33 ,464	28 ...38 ,873	26 ...57 ,762
9	36 ...49 ,979	34 ...22 ,647	32 ...13 ,732	30 ...19 ,983
10	40 ...55 ,532	38 ...11 ,830	35 ...48 ,591	33 ...42 ,203
11	45 ... 1 ,086	42 ... 1 ,013	39 ...23 ,450	37 ... 4 ,423
12	49 . . 6 ,639	45 ...50 ,196	42 ...58 ,309	40 ...26 ,644
13	53 ...12 ,192	49 ...39 ,379	46 .. 33 ,168	43 ...48 ,864
14	57 ...17 ,745	53 ...28 ,562	50 ... 8 ,027	47 ...11 ,084
15	61 ...23 ,299	57 ...17 ,745	53 ...42 ,886	50 ...33 ,305
16	65 ...28 ,852	61 ... 6 ,928	57 ...17 ,745	53 ...55 ,525
17	69 ...34 ,405	64 ...56 ,111	60 ...52 ,604	57 ...17 ,745
18	73 ...39 ,958	68 ...45 ,294	64 ...27 ,463	60 ...39 ,966
19	77 ...45 ,511	72 ...34 ,477	68 ... 2 ,323	64 ... 2 ,186
20	81 ...51 ,065	76 ...23 ,660	71 ...37 ,182	67 ...24 ,406
21	85 ...56 ,618	80 ...12 ,843	75 ...12 ,041	70 ...46 ,627
22	90 ... 2 ,171	84 ... 2 ,026	78 ...46 ,900	74 ... 8 ,847
23	94 ... 7 ,724	87 ...51 ,209	82 ...21 ,759	77 ...31 ,067
24	98 ...13 ,278	91 ...40 ,392	85 ...56 ,618	80 ...53 ,287
25	102 ...18 ,831	95 ...29 ,576	89 . .31 ,477	84 ...15 ,508
26	106 ...24 ,384	99 ...18 ,759	93 .., 6 ,336	87 ...37 ,728
27	110 ...29 ,937	103 ... 7 ,942	96 ...41 ,195	90 ...59 ,948
28	114 ...35 ,491	106 ...57 ,125	100 ...16 ,054	94 ...22 ,169
29	118 . .41 ,044	110 ...46 ,308	103 ...50 ,913	97 ...44 ,389
30	122 ...46 ,597	114 ...35 ,491	107 ...25 ,772	101 ... 6 ,609
	c'' = 39,864	c'' = 39,882	c'' = 39,896	c'' = 39,908

Digitized by Google

PUNTOS	R = 180 c' = 19,990	R = 190 c' = 19,991	R = 200 c' = 19,992	R = 210 c' = 19,992
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	3°...10',986	3°... 0',934	2°...51',887	2°...43',702
2	6 ...21 ,972	6 ... 1 ,868	5 ...43 ,775	5 ...27 ,404
3	9 ...32 ,958	9 ... 2 ,802	8 ...35 ,662	8 ...11 ,106
4	12 ...43 ,943	12 ... 3 ,736	11 ...27 ,549	10 ...54 ,809
5	15 ...54 ,929	15 ... 4 ,670	14 ...19 ,436	13 ...38 ,511
6	19 ... 5 ,915	18 ... 5 ,604	17 ...11 ,324	16 ...22 ,213
7	22 ...16 ,901	21 ... 6 ,538	20 ... 3 ,211	19 ... 5 ,915
8	25 ...27 ,887	24 ... 7 ,472	22 ...55 ,098	21 ...49 ,617
9	28 ...38 ,873	27 ... 8 ,406	25 ...46 ,985	24 ...33 ,319
10	31 ...49 ,859	30 ... 9 ,340	28 ...38 ,873	27 ...17 ,022
11	35 ... 0 ,844	33 ...10 ,274	31 ...30 ,760	30 ... 0 ,724
12	38 ...11 ,830	36 ...11 ,208	34 ...22 ,647	32 ...44 ,426
13	41 ...22 ,816	39 ...12 ,142	37 ...14 ,534	35 ...28 ,128
14	44 ...33 ,802	42 ...13 ,075	40 ... 6 ,422	38 ...11 ,830
15	47 ...44 ,788	45 ...14 ,009	42 ...58 ,309	40 ...55 ,532
16	50 ...55 ,774	48 ...14 ,943	45 ...50 ,196	43 ...39 ,235
17	54 ... 6 ,759	51 ...15 ,877	48 ...42 ,084	46 ...22 ,937
18	57 ...17 ,745	54 ...16 ,811	51 ...33 ,971	49 ... 6 ,639
19	60 ...28 ,731	57 ...17 ,745	54 ...25 ,858	51 ...50 ,341
20	63 ...39 ,717	60 ...18 ,679	57 ...17 ,745	54 ...34 ,043
21	66 ...50 ,703	63 ...19 ,613	60 ... 9 ,633	57 ...17 ,745
22	70 ... 1 ,689	66 ...20 ,547	63 ... 1 ,520	60 ... 1 ,447
23	73 ...12 ,675	69 ...21 ,481	65 ...53 ,407	62 ...45 ,150
24	76 ...23 ,660	72 ...22 ,415	68 ...45 ,294	65 ...28 ,852
25	79 ...34 ,646	75 ...23 ,349	71 ...37 ,182	68 ...12 ,554
26	82 ...45 ,632	78 ...24 ,283	74 ...29 ,069	70 ...56 ,256
27	85 ...56 ,618	81 ...25 ,217	77 ...20 ,956	73 , .39 ,958
28	89 ... 7 ,604	84 ...26 ,151	80 ...12 ,843	76 ...23 ,660
29	92 ...18 ,590	87 ...27 ,085	83 ... 4 ,731	79 ... 7 ,363
30	95 ...29 ,576	90 ...28 ,019	85 ...56 ,618	81 ...51 ,065
	c'' = 39,918	c'' = 39,926	c'' = 39,933	c'' = 39,939

*

Digitized by Google

PUNTOS:	R = 220 c' = 19,993	R = 230 c' = 19,994	R = 240 c' = 19,994	R = 250 c' = 19,995
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	2°...36',261	2°...29',467	2°...23',239	2°...17',510
2	5 ...12 ,522	4 ...58 ,934	4 ...46 ,479	4 ...35 ,020
3	7 ...48 ,783	7 ...28 ,402	7 ... 9 ,718	6 ...52 ,529
4	10 ...25 ,045	9 ...57 ,869	9 ...32 ,958	9 ...10 ,039
5	13 ... 1 ,306	12 ...27 ,336	11 ...56 ,197	11 ...27 ,549
6	15 ...37 ,567	14 ...56 ,803	14 ...19 ,436	13 ...45 ,059
7	18 ...13 ,828	17 ...26 ,270	16 ...42 ,676	16 ... 2 ,569
8	20 ...50 ,089	19 ...55 ,737	19 ... 5 ,915	18 ...20 ,078
9	23 ...26 ,350	22 ...25 ,205	21 ...29 ,154	20 ...37 ,588
10	26 ... 2 ,612	24 ...54 ,672	23 ...52 ,394	22 ...55 ,098
11	28 ...38 ,873	27 ...24 ,139	26 ...15 ,633	25 ...12 ,608
12	31 ...15 ,134	29 ...53 ,606	28 ...38 ,873	27 ...30 ,118
13	33 ...51 ,395	32 ...23 ,073	31 ... 2 ,112	29 ...47 ,628
14	36 ...27 ,656	34 ...52 ,541	33 ...25 ,351	32 ... 5 ,137
15	39 ... 3 ,917	37 ...22 ,008	35 ...48 ,591	34 ...22 ,647
16	41 ...40 ,178	39 ...51 ,475	38 ...11 ,830	36 ...40 ,157
17	44 ...16 ,440	42 ...20 ,942	40 ...35 ,070	38 ...57 ,667
18	46 ...52 ,701	44 ...50 ,409	42 ...58 ,309	41 ...15 ,177
19	49 ...28 ,962	47 ...19 ,877	45 ...21 ,548	43 ...32 ,686
20	52 ... 5 ,223	49 ...49 ,344	47 ...44 ,788	45 .. 50 ,196
21	54 ...41 ,484	52 ...18 ,811	50 ... 8 ,027	48 ... 7 ,706
22	57 ...17 ,745	54 ...48 ,278	52 ...31 ,267	50 ...25 ,216
23	59 ...54 ,006	57 ...17 ,745	54 ...54 ,506	52 ...42 ,726
24	62 ...30 ,268	59 ...47 ,212	57 ...17 ,745	55 ... 0 ,235
25	65 ... 6 ,529	62 ...16 ,680	59 ...40 ,985	57 ...17 ,745
26	67 ...42 ,790	64 ...46 ,147	62 ... 4 ,224	59 ...35 ,255
27	70 ...19 ,051	67 ...15 ,614	64 ...27 ,463	61 ...52 ,765
28	72 ...55 ,312	69 ...45 ,081	66 ...50 ,703	64 ...10 ,275
29	75 ...31 ,573	72 ...14 ,548	69 ...13 ,942	66 ...27 ,785
30	78 .. 7 ,835	74 ...44 ,016	71 ...37 ,182	68 ...45 ,294
	c'' = 39,945	c'' = 39,952	c'' = 39,954	c'' = 39,957

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 260 c' = 19,995	R = 270 c' = 19,995	R = 280 c' = 19,996	R = 290 c' = 19,996
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	2°...12',221	2°... 7',324	2°... 2',777	1°...58',543
2	4 ...24 ,442	4 ...14 ,648	4 ... 5 ,553	3 ...57 ,086
3	6 ...36 ,663	6 ...21 ,972	6 ... 8 ,330	5 ...55 ,629
4	8 ...48 ,884	8 ...29 ,296	8 ...11 ,106	7 ...54 ,172
5	11 ... 1 ,105	10 ...36 ,620	10 ...13 ,883	9 ...52 ,715
6	13 ...13 ,326	12 ...43 ,943	12 ...16 ,660	11 ...51 ,258
7	15 ...25 ,547	14 ...51 ,267	14 ...19 ,436	13 ...49 ,801
8	17 ...37 ,768	16 ...58 ,591	16 ...22 ,213	15 ...48 ,344
9	19 .. 49 ,989	19 ... 5 ,915	18 ...24 ,990	17 ...46 ,886
10	22 ... 2 ,210	21 ...13 ,239	20 ...27 ,766	19 ...45 ,429
11	24 ...14 ,431	23 ...20 ,563	22 ...30 ,543	21 ...43 ,972
12	26 ...26 ,652	25 ...27 ,887	24 ...33 ,319	23 ...42 ,515
13	28 ...38 ,873	27 ...35 ,211	26 ...36 ,096	25 ...41 ,058
14	30 ...51 ,094	29 ...42 ,535	28 . 38 ,873	27 ...39 ,601
15	33 ... 3 ,315	31 ...49 ,859	30 ...41 ,649	29 ...38 ,144
16	35 ...15 ,536	33 ...57 ,182	32 ...44 ,426	31 ...36 ,687
17	37 . 27 ,757	36 ... 4 ,506	34 ...47 ,203	33 ...35 ,230
18	39 ...39 ,978	38 ...11 ,830	36 ...49 ,979	35 ...33 ,773
19	41 ...52 ,198	40 ...19 ,154	38 ...52 ,756	37 ...32 ,316
20	44 ... 4 ,419	42 ...26 ,478	40 ...55 ,532	39 ...30 ,859
21	46 ...16 ,640	44 ...33 ,802	42 ...58 ,309	41 ...29 ,402
22	48 ...28 ,861	46 ...41 ,126	45 ... 1 ,086	43 ...27 ,945
23	50 ...41 ,082	48 ...48 ,450	47 ... 3 ,862	45 ...26 ,488
24	52 ...53 ,303	50 ...55 ,774	49 ... 6 ,639	47 ...25 ,031
25	55 ... 5 ,524	53 ... 3 ,098	51 ... 9 ,415	49 ...23 ,574
26	57 ...17 ,745	55 ...10 ,421	53 ...12 ,192	51 ...22 ,116
27	59 ...29 ,966	57 ...17 ,745	55 ...14 ,969	53 ...20 ,659
28	61 ...42 ,187	59 ...25 ,069	57 ...17 ,745	55 ...19 ,202
29	63 ...54 ,408	61 ...32 ,393	59 ...20 ,522	57 ...17 ,745
30	66 ... 6 ,629	63 ...39 ,717	61 ...23 ,299	59 ...16 ,288
	c'' = 39,961	c'' = 39,963	c'' = 39,965	c'' = 39,968

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 300 c' = 19,996	R = 310 c' = 19,996	R = 320 c' = 19,997	R = 330 c' = 19,997
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	1°...54',592	1°...50',895	1°...47',430	1°...44',174
2	3 ...49 ,183	3 ...41 ,790	3 ...34 ,859	3 ...28 ,348
3	5 ...43 ,775	5 ...32 ,685	5 ...22 ,289	5 ...12 ,522
4	7 ...38 ,366	7 ...23 ,580	7 ... 9 ,718	6 ...56 ,696
5	9 ...32 ,958	9 ...14 ,475	8 ...57 ,148	8 ...40 ,871
6	11 ...27 ,549	11 ... 5 ,370	10 ...44 ,577	10 ...25 ,045
7	13 ...22 ,141	12 ...56 ,265	12 ...32 ,007	12 ... 9 ,219
8	15 ...16 ,732	14 ...47 ,160	14 ...19 ,436	13 ...53 ,393
9	17 ...11 ,324	16 ...38 ,055	16 ... 6 ,866	15 ...37 ,567
10	19 ... 5 ,915	18 ...28 ,950	17 ...54 ,295	17 ...21 ,741
11	21 ... 0 ,507	20 ...19 ,845	19 ...41 ,725	19 ... 5 ,915
12	22 ...55 ,098	22 ...10 ,740	21 ...29 ,154	20 ...50 ,089
13	24 ...49 ,690	24 ... 1 ,635	23 ...16 ,584	22 ...34 ,263
14	26 ...44 ,281	25 ...52 ,530	25 ... 4 ,014	24 ...18 ,437
15	28 ...38 ,873	27 ...43 ,425	26 ...51 ,443	26 ... 2 ,612
16	30 ...33 ,464	29 ...34 ,320	28 ...38 ,873	27 ...46 ,786
17	32 ...28 ,056	31 ...25 ,215	30 ...26 ,302	29 ...30 ,960
18	34 ...22 ,647	33 ...16 ,110	32 ...13 ,732	31 ...15 ,134
19	36 ...17 ,239	35 ... 7 ,005	34 ... 1 ,161	32 ...59 ,308
20	38 ...11 ,830	36 ...57 ,900	35 ...48 ,591	34 ...43 ,482
21	40 ... 6 ,422	38 ...48 ,795	37 .. 36 ,020	36 ...27 ,656
22	42 ... 1 ,013	40 ...39 ,690	39 ...23 ,450	38 ...11 ,830
23	43 ...55 ,605	42 ...30 ,585	41 ...10 ,879	39 ...56 ,004
24	45 ...50 ,196	44 ...21 ,480	42 ...58 ,309	41 ...40 ,178
25	47 ...44 ,788	46 .. 12 ,375	44 ...45 ,739	43 ...24 ,353
26	49 ...39 ,379	48 ... 3 ,270	46 ...33 ,168	45 ... 8 ,527
27	51 ...33 ,971	49 ...54 ,165	48 ...20 ,598	46 ...52 ,701
28	53 ...28 ,562	51 . .45 ,060	50 ... 8 ,027	48 ...36 ,875
29	55 ...23 ,154	53 ...35 ,955	51 ,..55 ,457	50 ...21 ,049
30	57 ...17 ,745	55 ...26 ,850	53 ...42 ,886	52 ... 5 ,223
	c'' = 39,970	c'' = 39,972	c'' = 39,974	c'' = 39,975

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 340 c' = 19,997	R = 350 c' = 19,997	R = 360 c' = 19,997	R = 370 c' = 19,998
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	1°...41',110	1°...38',221	1°...35',493	1°...32',912
2	3 ...22 ,220	3 ...16 ,443	3 ...10 ,986	3 ... 5 ,824
3	5 ... 3 ,330	4 ...54 ,664	4 ...46 ,479	4 ...38 ,736
4	6 ...44 ,441	6 ...32 ,885	6 ...21 ,972	6 ...11 ,648
5	8 ...35 ,551	8 ...11 ,106	7 ...57 ,465	7 ...44 ,560
6	10 ...16 ,661	9 ...49 ,328	9 ...32 ,958	9 ..17 ,472
7	11 ...57 ,771	11 ...27 ,549	11 ... 8 ,450	10 ...50 ,384
8	13 ...38 ,881	13 ... 5 ,770	12 ...43 ,943	12 ...23 ,296
9	15 ...19 ,991	14 ...43 ,992	14 ...19 ,436	13 ...56 ,208
10	16 . .51 ,102	16 ...22 ,213	15 ...54 ,929	15 ...29 ,120
11	18 ...32 ,212	18 ... 0 ,434	17 ...30 ,422	17 ... 2 ,032
12	20 ...13 ,322	19 ...38 ,656	19 ... 5 ,915	18 ...34 ,944
13	21 ...54 ,432	21 ...16 ,877	20 ...41 ,408	20 ... 7 ,856
14	23 ...35 ,542	22 ...55 ,098	22 ...16 ,901	21 ...40 ,768
15	25 ...16 ,652	24 ...33 ,319	23 ...52 ,394	23 .. 13 ,681
16	26 ...57 ,762	26 ...11 ,541	25 ...27 ,887	24 ...46 ,593
17	28 ...38 ,873	27 ...49 ,762	27 ... 3 ,380	26 ...19 ,505
18	30 ...19 ,983	29 ...27 ,983	28 ...38 ,873	27 ...52 ,417
19	32 ... 1 ,093	31 ... 6 ,205	30 ...14 ,366	29 ...25 ,329
20	33 ...42 ,203	32 ...44 ,426	31 ...49 ,859	30 ...58 ,241
21	35 ...23 ,313	34 .. 22 ,647	33 ...25 ,351	32 ...31 ,153
22	37 ... 4 ,423	36 ... 0 ,868	35 ... 0 ,844	34 ... 4 ,065
23	38 ...45 ,534	37 ...39 ,090	36 ...36 ,337	35 ...36 ,977
24	40 ...26 ,644	39 ...17 ,311	38 ...11 ,830	37 ... 9 ,889
25	42 ... 7 ,754	40 ...55 ,532	39 ...47 ,323	38 ...42 ,801
26	43 ...48 ,864	42 ...33 ,754	41 ...22 ,816	40 ...15 ,713
27	45 ...29 ,974	44 ...11 ,975	42 ...58 ,309	41 ...48 ,625
28	47 ...11 ,084	45 ...50 ,196	44 ...33 ,802	43 ...21 ,537
29	48 ...52 ,195	47 ...28 ,418	46 ... 9 ,295	44 ...54 ,449
30	50 ...33 ,305	49 ... 6 ,639	47 ...44 ,788	46 ...27 ,361
	c'' = 39,977	c'' = 39,978	c'' = 39,979	c'' = 39,980

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 380 c' = 19,998	R = 390 c' = 19,998	R = 400 c' = 19,998	R = 410 c' = 19,998
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	1°...30',467	1°...28',147	1°...25',944	1°...23',847
2	3 ... 0 ,934	2 ..56 ,295	2 ...51 ,887	2 ...47 ,695
3	4 ..31 ,401	4 ...24 ,442	4 ...17 ,831	4 ...11 ,542
4	6 ... 1 ,868	5 ...52 ,589	5 ...43 ,775	5 ...35 ,390
5	7 ..32 ,335	7 ...20 ,737	7 ... 9 ,718	6 ...59 ,237
6	9 ... 2 ,802	8 ...48 ,884	8 . .35 ,662	8 ...23 ,085
7	10 ...33 ,269	10 ...17 ,031	10 ... 1 ,605	9 ...46 ,932
8	12 ... 3 ,736	11 ...45 ,179	11 ...27 ,549	11 ...10 ,780
9	13 ...34 ,203	13 ...13 ,326	12 ...53 ,493	12 ...34 ,627
10	15 ... 4 ,670	14 ...41 ,473	14 ...19 ,436	13 ..,58 ,474
11	16 ...35 ,137	16 . . 9 ,620	15 ...45 ,380	15 ...22 ,322
12	18 ... 5 ,604	17 ...37 ,768	17 ...11 ,324	16 ...46 ,169
13	19 ...36 ,071	19 ... 5 ,915	18 ...37 ,267	18 ...10 ,017
14	21 ... 6 ,538	20 ...34 ,062	20 ... 3 ,211	19 ...33 ,864
15	22 ...37 ,005	22 ... 2 ,210	21 ...29 ,154	20 ...57 ,712
16	24 ... 7 ,472	23 ...30 ,357	22 ...55 ,098	22 .. 21 ,559
17	25 ...37 ,939	24 ...58 ,504	24 ...21 ,042	23 ...45 ,407
18	27 ... 8 ,406	26 ...26 ,652	25 ...46 ,985	25 ... 9 ,254
19	28 ...38 ,873	27 ...54 ,799	27 ...12 ,929	26 ...33 ,101
20	30 ... 9 ,340	29 ...22 ,946	28 ...38 ,873	27 ...56 ,949
21	31 ...39 ,807	30 ...51 ,094	30 ... 4 816	29 ...20 ,796
22	33 ...10 ,274	32 ...19 ,241	31 ...30 ,760	30 ...44 ,644
23	34 ...40 ,741	33 ...47 ,388	32 ...56 ,704	32 ... 8 ,491
34	36 ..11 .208	35 ...15 ,536	34 ...22 ,647	33 ...32 ,339
25	37 ...41 ,675	36 ...43 ,683	35 ...48 ,591	34 ...56 ,186
26	39 ...12 ,142	38 ...11 ,830	37 ...14 .534	36 ...20 ,034
27	40 ...42 ,609	39 ...39 ,978	38 ...40 ,478	37 ...43 ,881
28	42 ..13 ,075	41 ... 8 ,125	40 ... 6 ,422	39 ... 7 ,728
29	43 ...43 ,542	42 ...36 ,272	41 ...32 ,365	40 ...31 ,576
30	45 ...14 ,009	44 ... 4 ,419	42 ...58 ,309	41 ...55 ,423
	c'' = 39,981	c'' = 39,982	c'' = 39,983	c'' = 39,984

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 420 c' = 19,998	R = 430 c' = 19,998	R = 440 c' = 19,998	R = 450 c' = 19,998
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	1°...21',851	1°...19',948	1°...18',131	1°...16',394
2	2 ...43 ,702	2 ...39 ,895	2 ...36 ,261	2 ...32 ,789
3	4 ... 5 ,553	3 ...59 ,843	3 ...54 ,392	3 ...49 ,183
4	5 ...27 ,404	5 ...19 ,790	5 ...12 ,522	5 ... 5 ,577
5	6 ...49 ,255	6 ...39 ,738	6 ...30 ,653	6 ...21 ,972
6	8 ...11 ,106	7 ...59 ,685	7 ...48 ,783	7 ...38 ,366
7	9 ...32 ,958	9 ...19 ,633	9 ... 6 ,914	8 ...54 ,760
8	10 ...54 ,809	10 ...39 ,581	10 ...25 ,045	10 ...11 ,155
9	12 ...16 ,660	11 ...59 ,528	11 ...43 ,175	11 ...27 ,549
10	13 ...38 ,511	13 ...19 ,476	13 ... 1 ,306	12 ...43 ,943
11	15 ... 0 ,362	14 ...39 ,423	14 ...19 ,436	14 ... 0 ,338
12	16 . .22 ,213	15 ...59 ,371	15 ...37 ,567	15 ...16 ,732
13	17 ...44 ,064	17 ...19 ,318	16 ...55 ,697	16 ...33 ,126
14	19 ... 5 ,915	18 ...39 ,266	18 ...13 ,828	17 ...49 ,521
15	20 ...27 ,766	19 ...59 ,213	19 ...31 ,959	19 ... 5 ,915
16	21 ...49 ,617	21 ...19 ,161	20 ...50 ,089	20 ...22 ,309
17	23 .. 11 ,468	22 ...39 ,109	22 ... 8 ,220	21 ...38 ,704
18	24 ...33 ,319	23 ...59 ,056	23 ...26 ,350	22 ...55 ,098
19	25 ...55 ,171	25 ...19 ,004	24 ...44 ,481	24 ...11 ,492
20	27 ...17 ,022	26 ...38 ,951	26 ... 2 ,612	25 ...27 ,887
21	28 ...38 ,873	27 ...58 ,899	27 ...20 ,742	26 ...44 ,281
22	30 ... 0 ,724	29 ...18 ,846	28 ...38 ,873	28 ... 0 ,675
23	31 ...22 ,575	30 ...38 ,794	29 ...57 ,003	29 ...17 ,070
24	32 ...44 ,426	31 ...58 ,742	31 ...15 ,134	30 ...33 ,464
25	34 ... 6 ,277	33 ...18 ,689	32 ...33 ,264	31 ...49 ,859
26	35 ...28 ,128	34 ...38 ,637	33 ...51 ,395	33 ... 6 ,253
27	36 ...49 ,979	35 ...58 ,584	35 ... 9 ,526	34 ...22 ,647
28	38 ...11 ,830	37 ...18 ,532	36 ...27 ,656	35 ...39 ,042
29	39 ...33 ,681	38 ...38 ,479	37 ...45 ,787	36 ...55 ,436
30	40 ...55 ,532	39 ...58 ,427	39 ... 3 ,917	38 ...11 ,830
	c'' = 39,985	c'' = 39,985	c'' = 39,986	c'' = 39,987

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 460 c' = 19,998	R = 470 c' = 19,998	R = 480 c' = 19,999	R = 490 c' = 19,999
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	1°...14',734	1°...13',144	1°...11',620	1°...10',158
2	2 ...29 ,467	2 ...26 ,287	2 ...23 ,239	2 ...20 ,316
3	3 ...44 ,201	3 ...39 ,431	3 ...34 ,859	3 ...30 ,474
4	4 ...58 ,934	4 ...52 ,574	4 ...46 ,479	4 ...40 ,632
5	6 ...13 ,668	6 ... 5 ,718	5 ...58 ,098	5 ...50 ,790
6	7 ...28 ,402	7 ...18 ,861	7 ... 9 ,718	7 ... 0 ,948
7	8 ...43 ,135	8 ...32 ,005	8 ...21 ,338	8 ...11 ,106
8	9 ...57 ,869	9 ...45 ,148	9 ...32 ,958	9 ...21 ,265
9	11 ...12 ,602	10 ...58 ,292	10 ...44 ,577	10 ...31 ,423
10	12 ...27 ,336	12 ...11 ,435	11 ...56 ,197	11 ...41 ,581
11	13 ...42 ,070	13 ...24 ,579	13 ... 7 ,817	12 ...51 ,739
12	14 ...56 ,803	14 ...37 ,722	14 ...19 ,436	14 ... 1 ,897
13	16 ...11 ,537	15 ...50 ,866	15 ...31 ,056	15 ...12 ,055
14	17 ...26 ,270	17 ... 4 ,009	16 ...42 ,676	16 ...22 ,213
15	18 ...41 ,004	18 ...17 ,153	17 ...54 ,295	17 ...32 ,371
16	19 ...55 ,737	19 ...30 ,296	19 ... 5 ,915	18 ...42 ,529
17	21 ...10 ,471	20 ...43 ,440	20 ...17 ,535	19 ...52 ,687
18	22 ...25 ,205	21 ...56 ,583	21 ...29 ,154	21 ... 2 ,845
19	23 ...39 ,938	23 ... 9 ,727	22 ...40 ,774	22 ...13 ,003
20	24 ...54 ,672	24 ...22 ,870	23 ...52 ,394	23 ...23 ,161
21	26 ... 9 ,405	25 ...36 ,014	25 ... 4 ,014	24 ...33 ,319
22	27 ...24 ,139	26 ...49 ,157	26 ...15 ,633	25 ...43 ,477
23	28 ...38 ,873	28 ... 2 ,301	27 ...27 ,253	26 ...53 ,636
24	29 ...53 ,606	29 ...15 ,444	28 ...38 ,873	28 ... 3 ,794
25	31 ... 8 ,340	30 ...28 ,588	29 ...50 ,492	29 ...13 ,952
26	32 ...23 ,073	31 ...41 ,731	31 ... 2 ,112	30 ...24 ,110
27	33 ...37 ,807	32 ...54 ,875	32 ...13 ,732	31 ...34 ,268
28	34 ...52 ,541	34 ... 8 ,018	33 ...25 ,351	32 ...44 ,426
29	36 ... 7 ,274	35 ...21 ,162	34 ...36 ,971	33 ...54 ,584
30	37 ...22 ,008	36 ...34 ,306	35 ...48 ,591	35 ... 4 ,742
	c'' = 39,987	c'' = 39,988	c'' = 39,988	c'' = 39,989

Digitized by Google

PUNTOS	R = 500 c' = 19,999	R = 520 c' = 19,999	R = 540 c' = 19,999	R = 560 c' = 19,999
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	1°... 8',755	1°... 6',110	1°... 3',662	1°... 1',388
2	2 ...17 ,510	2 ...12 ,221	2 ... 7 ,324	2 ... 2 ,777
3	3 ...26 ,265	3 ...18 ,331	3 ...10 ,986	3 ... 4 ,165
4	4 ...35 ,020	4 ...24 ,442	4 ...14 ,648	4 ... 5 ,553
5	5 ...43 ,775	5 ...30 ,552	5 ...18 ,310	5 ... 6 ,942
6	6 ...52 ,529	6 ...36 ,663	6 ...21 ,972	6 .. 8 ,330
7	8 ... 1 ,284	7 ...42 ,773	7 ...25 ,634	7 ... 9 ,718
8	9 ...10 ,039	8 ...48 ,884	8 ...29 ,296	8 ...11 ,106
9	10 ...18 ,794	9 ...54 ,994	9 ...32 ,958	9 ...12 ,495
10	11 ...27 ,549	11 ... 1 ,105	10 ...36 ,620	10 ...13 ,883
11	12 ...36 ,304	12 ... 7 ,215	11 ...40 ,281	11 ...15 ,271
12	13 ...45 ,059	13 ...13 ,326	12 ...43 ,943	12 ...16 ,660
13	14 ...53 ,814	14 ...19 ,436	13 ...47 ,605	13 ...18 ,048
14	16 ... 2 ,569	15 ...25 ,547	14 ...51 ,267	14 ...19 ,436
15	17 ...11 ,324	16 ...31 ,657	15 ...54 ,929	15 ...20 ,825
16	18 ...20 ,078	17 ...37 ,768	16 ...58 ,591	16 ...22 ,213
17	19 ...28 ,833	18 ...43 ,878	18 ... 2 ,253	17 ...23 ,601
18	20 ...37 ,588	19 ...49 ,989	19 ... 5 ,915	18 ...24 ,990
19	21 ...46 ,343	20 ...56 ,099	20 ... 9 ,577	19 ...26 ,378
20	22 ...55 ,098	22 ... 2 ,210	21 ...13 ,239	20 ...27 ,766
21	24 ... 3 ,853	23 ... 8 ,320	22 ...16 ,901	21 ...29 ,154
22	25 ...12 ,608	24 ...14 ,431	23 ...20 ,563	22 ...30 ,543
23	26 ...21 ,363	25 ...20 ,541	24 ...24 ,225	23 ...31 ,931
24	27 ...30 ,118	26 ...26 ,652	25 ...27 ,887	24 ...33 ,319
25	28 ...38 ,873	27 ...32 ,762	26 ...31 ,549	25 ...34 ,708
26	29 ...47 ,628	28 ...38 ,873	27 ...35 ,211	26 ...36 ,096
27	30 ...56 ,382	29 ...44 ,983	28 ...38 ,873	27 ...37 ,484
28	32 ... 5 ,137	30 ...51 ,094	29 ...42 ,535	28 ...38 ,873
29	33 ...13 ,892	31 ...57 ,204	30 ...46 ,197	29 ...40 ,261
30	34 ...22 ,647	33 ... 3 ,315	31 ...49 ,859	30 ...41 ,649
	c'' = 39,989	c'' = 39,990	c'' = 39,991	c'' = 39,992

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 580 c' = 19,999	R = 600 c' = 19,999	R = 620 c' = 19,999	R = 640 c' = 19,999
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	0°...59',271	0°...57',296	0°...55',448	0°...53',715
2	1 ...58 ,543	1 ...54 ,592	1 ...50 ,893	1 ...47 ,430
3	2 ...57 ,814	2 ...51 ,887	2 ...46 ,343	2 ...41 ,144
4	3 ...57 ,086	3 ...49 ,183	3 .. 41 ,790	3 ...34 ,859
5	4 ...56 ,357	4 ...46 ,479	4 ...37 ,238	4 ...28 ,574
6	5 ...55 ,629	5 ...43 ,775	5 ...32 ,685	5 ...22 ,289
7	6 ...54 ,900	6 ...41 ,070	6 ...28 ,133	6 ..16 ,003
8	7 ...54 ,172	7 ...38 ,366	7 ...23 ,580	7 ... 9 ,718
9	8 ...53 ,443	8 .. 35 ,662	8 ...19 ,028	8 ... 3 ,433
10	9 ...52 ,715	9 ...32 ,958	9 ...14 ,475	8 ...57 ,148
11	10 ...51 ,986	10 ...30 ,253	10 .,. 9 ,923	9 ...50 ,862
12	11 ...51 ,258	11 ...27 ,549	11 ... 5 ,370	10 ...44 ,577
13	12 ...50 ,529	12 ...24 ,845	12 ... 0 ,818	11 ...38 ,292
14	13 ...49 ,801	13 ...22 ,141	12 ...56 ,265	12 ,..32 ,007
15	14 ...49 ,072	14 ...19 ,436	13 ..51 ,713	13 ...25 ,722
16	15 ...48 ,344	15 ...16 ,732	14 ...47 ,160	14 ...19 ,436
17	16 ...47 ,615	16 ...14 ,028	15 ...42 ,608	15 ...13 ,151
18	17 ...46 ,886	17 ...11 ,324	16 ...38 ,055	16 ... 6 ,866
19	18 ...46 ,158	18 ... 8 ,619	17 ...33 ,503	17 ... 0 ,581
20	19 .. 45 ,429	19 ... 5 ,915	18 ...28 ,950	17 ...54 ,295
21	20 ...44 ,701	20 ... 3 ,211	19 ...24 ,398	18 ...48 ,010
22	21 ...43 ,972	21 ... 0 ,507	20 ...19 ,845	19 ...41 ,725
23	22 ...43 ,244	21 ...57 ,802	21 ...15 ,293	20 ...35 ,440
24	23 ...42 ,515	22 ...55 ,098	22 ...10 ,740	21 ...29 ,154
25	24 ...41 ,787	23 ...52 ,394	23 ... 6 ,188	22 ...22 ,869
26	25 ...41 ,058	24 ...49 ,690	24 ... 1 ,635	23 ...16 ,584
27	26 ...40 ,330	25 ...46 ,985	24 ...57 ,083	24 ...10 ,299
28	27 ...39 ,601	26 ...44 ,281	25 ...52 ,530	25 .. 4 ,014
29	28 ...38 ,873	27 ...41 ,577	26 ...47 ,978	25 ...57 ,728
30	29 ...38 ,144	28 ...38 ,873	27 ...43 ,425	26 ...51 ,443
	c'' = 39,992	c'' = 39,993	c'' = 39,993	c'' = 39,994

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 660 c' = 19,999	R = 680 c' = 19,999	R = 700 c' = 19,999	R = 720 c' = 19,999
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	0°...52',087	0°...50',555	0°...49',111	0°...47',746
2	1 ...44 ,174	1 ...41 ,110	1 ...38 ,221	1 ...35 ,493
3	2 ...36 ,261	2 ...31 ,665	2 ...27 ,332	2 ...23 ,239
4	3 ...28 ,348	3 ...22 ,220	3 ...16 ,443	3 ...10 ,986
5	4 ...20 ,435	4 ...12 ,775	4 ... 5 ,553	3 ...58 ,732
6	5 ...12 ,522	5 ... 3 ,330	4 ...54 ,664	4 ...46 ,479
7	6 ... 4 ,609	5 ...53 ,886	5 ...43 ,775	5 ...34 ,225
8	6 ...56 ,696	6 ...44 ,441	6 ...32 ,885	6 ...21 ,972
9	7 ...48 ,783	7 ...34 ,996	7 ...21 ,996	7 ... 9 ,718
10	8 ...40 ,871	8 ...25 ,551	8 ...11 ,106	7 ...57 ,465
11	9 ...32 ,958	9 ...16 ,106	9 ... 0 ,217	8 ...45 ,211
12	10 ...25 ,045	10 ... 6 ,661	9 ...49 ,328	9 ...32 ,958
13	11 ...17 ,132	10 ...57 ,216	10 ...38 ,438	10 ...20 ,704
14	12 ... 9 ,219	11 ...47 ,771	11 ...27 ,549	11 ... 8 ,450
15	13 ... 1 ,306	12 ...38 ,326	12 ...16 ,660	11 ...56 ,197
16	13 ...53 ,393	13 ...28 ,881	13 ... 5 ,770	12 ...43 ,943
17	14 ...45 ,480	14 ...19 ,436	13 ...54 ,881	13 ...31 ,690
18	15 ...37 ,567	15 ... 9 ,991	14 ...43 ,992	14 ...19 ,436
19	16 ...29 ,654	16 ... 0 ,546	15 ...33 ,102	15 ... 7 ,183
20	17 ...21 ,741	16 ...51 ,102	16 ...22 ,213	15 ...54 ,929
21	18 ...13 ,828	17 ...41 ,657	17 ...11 ,324	16 ...42 ,676
22	19 ... 5 ,915	18 ...32 ,212	18 ... 0 ,434	17 ...30 ,422
23	19 ...58 ,002	19 ...22 ,767	18 ...49 ,545	18 ...18 ,169
24	20 ...50 ,089	20 ...13 ,322	19 ...38 ,656	19 ... 5 ,915
25	21 ...42 ,176	21 ... 3 ,877	20 ...27 ,766	19 ...53 ,662
26	22 ...34 ,263	21 ...54 ,432	21 ...16 ,877	20 ...41 ,408
27	23 ...26 ,350	22 ...44 ,987	22 ... 5 ,987	21 ...29 ,155
28	24 ...18 ,437	23 ...35 ,542	22 ...55 ,098	22 ...16 ,901
29	25 ...10 ,524	24 ...26 ,097	23 ...44 ,209	23 ... 4 ,647
30	26 ... 2 ,612	25 ...16 ,652	24 ...33 ,319	23 ...52 ,394
	c'' = 39,994	c'' = 39,994	c'' = 39,994	c'' = 39,995

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 740 c' = 19,999	R = 760 c' = 19,999	R = 780 c' = 19,999	R = 800 c' = 19,999
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	0°...46',456	0°...45',233	0°...44',074	0°...42',972
2	1 ...32 ,912	1 ...30 ,467	1 ...28 ,147	1 ...25 ,944
3	2 ...19 ,368	2 ...15 ,700	2 ...12 ,221	2 ... 8 ,915
4	3 ... 5 ,824	3 ... 0 ,934	2 ...56 ,295	2 ...51 ,887
5	3 ...52 ,280	3 ...46 ,167	3 ...40 ,368	3 ...34 ,859
6	4 ...38 ,736	4 ...31 ,401	4 ...24 ,442	4 ...17 ,831
7	5 ...25 ,192	5 ...16 ,634	5 ... 8 ,516	5 ... 0 ,803
8	6 ...11 ,648	6 ... 1 ,868	5 ...52 ,589	5 ...43 ,775
9	6 ...58 ,104	6 ...47 ,101	6 ...36 ,663	6 ...26 ,746
10	7 ...44 ,560	7 ...32 ,335	7 ...20 ,737	7 ... 9 ,718
11	8 ...31 ,016	8 ...17 ,568	8 ... 4 ,810	7 ...52 ,690
12	9 ...17 ,472	9 ... 2 ,802	8 ...48 ,884	8 ...35 ,662
13	10 ... 3 ,928	9 ...48 ,035	9 ...32 ,958	9 ...18 ,634
14	10 ...50 ,384	10 ...33 ,269	10 ...17 ,031	10 ... 1 ,605
15	11 ...36 ,840	11 ...18 ,502	11 ... 1 ,105	10 ...44 ,577
16	12 ...23 ,296	12 ... 3 ,736	11 ...45 ,179	11 ...27 ,549
17	13 ... 9 ,752	12 ...48 ,969	12 ...29 ,252	12 ...10 ,521
18	13 ...56 ,208	13 ...34 ,203	13 ...13 ,326	12 ...53 ,493
19	14 ...42 ,664	14 ...19 ,436	13 ...57 ,400	13 ...36 ,465
20	15 ...29 ,120	15 ... 4 ,670	14 ...41 ,473	14 ...19 ,436
21	16 ...15 ,576	15 ...49 ,903	15 ...25 ,547	15 ... 2 ,408
22	17 ... 2 ,032	16 ...35 ,137	16 ... 9 ,620	15 ...45 ,380
23	17 ...48 ,488	17 ...20 ,370	16 ...53 ,694	16 ...28 ,352
24	18 ...34 ,944	18 ... 5 ,604	17 ...37 ,768	17 ...11 ,324
25	19 ...21 ,400	18 ...50 ,837	18 ...21 ,841	17 ...54 ,295
26	20 ... 7 ,856	19 ...36 ,071	19 ... 5 ,915	18 ...37 ,267
27	20 ...54 ,312	20 ...21 ,304	19 ...49 ,989	19 ...20 ,239
28	21 ...40 ,769	21 ... 6 ,538	20 ...34 ,062	20 ... 3 ,211
29	22 ...27 ,225	21 ...51 ,771	21 ...18 ,136	20 ...46 ,183
30	23 ...13 ,681	22 ...37 ,005	22 ... 2 ,210	21 ...29 ,154
	c'' = 39,995	c'' = 39,995	c'' = 39,995	c'' = 39,996

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 820 c' = 19,999	R = 840 c' = 19,999	R = 860 c' = 19,999	R = 880 c' = 19,999
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	0°...41',924	0°...40',926	0°...39',974	0°...39',065
2	1 ...23 ,847	1 ...21 ,851	1 ...19 ,948	1 ...18 ,131
3	2 ... 5 ,771	2 ... 2 ,777	1 ...59 ,921	1 ...57 ,196
4	2 ...47 ,695	2 ...43 ,702	2 ...39 ,895	2 ...36 ,261
5	3 ...29 ,619	3 ...24 ,628	3 ...19 ,869	3 ...15 ,326
6	4 ...11 ,542	4 ... 5 ,553	3 ...59 ,843	3 ...54 ,392
7	4 ...53 ,466	4 ...46 ,479	4 ...39 ,816	4 ...33 ,457
8	5 ...35 ,390	5 ...27 ,404	5 ...19 ,790	5 ...12 ,522
9	6 ...17 ,314	6 ... 8 ,330	5 ...59 ,764	5 ...51 ,588
10	6 ...59 ,237	6 ...49 ,255	6 ...39 ,738	6 ...30 ,653
11	7 ...41 ,161	7 ...30 ,181	7 ...19 ,712	7 ... 9 ,718
12	8 ...23 ,085	8 ...11 ,106	7 ...59 ,685	7 ...48 ,783
13	9 ... 5 ,008	8 ...52 ,032	8 ...39 ,659	8 ...27 ,849
14	9 ...46 ,932	9 ...32 ,958	9 ...19 ,633	9 ... 6 ,914
15	10 ...28 ,856	10 ...13 ,883	9 ...59 ,607	9 ...45 ,979
16	11 ...10 ,780	10 ...54 ,809	10 ...39 ,581	10 ...25 ,045
17	11 ...52 ,703	11 ...35 ,734	11 ...19 ,554	11 ... 4 ,110
18	12 ...34 ,627	12 ...16 ,660	11 ...59 ,528	11 ...43 ,175
19	13 ...16 ,551	12 ...57 ,585	12 ...39 ,502	12 ...22 ,240
20	13 ...58 ,474	13 ...38 ,511	13 ...19 ,476	13 ... 1 ,306
21	14 ...40 ,398	14 ...19 ,436	13 ...59 ,449	13 ...40 ,371
22	15 ...22 ,322	15 ... 0 ,362	14 ...39 ,423	14 ...19 ,436
23	16 ... 4 ,246	15 ...41 ,287	15 ...19 ,397	14 ...58 ,502
24	16 ...46 ,169	16 ...22 ,213	15 ...59 ,371	15 ...37 ,567
25	17 ...28 ,093	17 ... 3 ,138	16 ...39 ,345	16 ...16 ,632
26	18 ...10 ,017	17 ...44 ,064	17 ...19 ,318	16 ...55 ,697
27	18 ...51 ,941	18 ...24 ,990	17 ...59 ,292	17 ...34 ,763
28	19 ...33 ,864	19 ... 5 ,915	18 ...39 ,266	18 ...13 ,828
29	20 ...15 ,788	19 ...46 ,841	19 ...19 ,240	18 ...52 ,893
30	20 ...57 ,712	20 ...27 ,766	19 ...59 ,213	19 ...31 ,959
	c'' = 39,996	c'' = 39,996	c'' = 39,997	c'' = 39,997

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 900 c' = 19,999	R = 920 c' = 19,999	R = 940 c' = 19,999	R = 960 c' = 19,999
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	0°...38',197	0°...37',367	0°...36',572	0°...35',810
2	1 .. 16 ,394	1 ...14 ,734	1 ...13 ,144	1 ...11 ,620
3	1 ...54 ,592	1 ...52 ,100	1 ...49 ,715	1 ...47 ,430
4	2 ...32 ,789	2 .. 29 ,467	2 ..26 ,287	2 ...23 ,239
5	3 ...10 ,986	3 ... 6 ,834	3 ... 2 ,859	2 ...59 ,049
6	3 ...49 ,183	3 ...44 ,201	3 ...39 ,431	3 ...34 ,859
7	4 ...27 ,380	4 ...21 ,568	4 ...16 ,002	4 ...10 ,669
8	5 ... 5 ,577	4 ...58 ,934	4 ...52 ,574	4 ...46 ,479
9	5 ...43 ,775	5 ...36 ,301	5 ..29 ,146	5 ...22 ,289
10	6 ...21 ,972	6 ...13 ,668	6 ... 5 ,718	5 ...58 ,098
11	7 ... 0 ,169	6 ...51 ,035	6 ...42 ,289	6 ...33 ,908
12	7 ...38 ,366	7 ...28 ,402	7 ...18 ,861	7 ... 9 ,718
13	8 ...16 ,563	8 ... 5 ,768	7 ...55 ,433	7 ...45 ,528
14	8 ...54 ,760	8 ...43 ,135	8 ...32 ,005	8 ...21 ,338
15	9 ...32 ,958	9 ...20 ,502	9 ... 8 ,576	8 ...57 ,148
16	10 ...11 ,155	9 .. 57 ,869	9 ...45 ,148	9 ...32 ,958
17	10 ...49 ,352	10 ...35 ,236	10 ...21 ,720	10 ... 8 ,767
18	11 ...27 ,549	11 ...12 ,602	10 ...58 ,292	10 ...44 ,577
19	12 ... 5 ,746	11 ...49 ,969	11 ...34 ,863	11 ...20 ,387
20	12 ...43 ,943	12 ...27 ,336	12 ...11 ,435	11 ...56 ,197
21	13 ...22 ,141	13 ... 4 ,703	12 ...48 ,007	12 ...32 ,007
22	14 ... 0 ,338	13 ...42 ,070	13 ...24 ,579	13 ... 7 ,817
23	14 ...38 ,535	14 ...19 ,436	14 ... 1 ,150	13 ...43 ,626
34	15 ...16 ,732	14 ...56 ,803	14 ...37 ,722	14 ...19 ,436
25	15 .. 54 ,929	15 ...34 ,170	15 ...14 ,294	14 ...55 ,246
26	16 ...33 ,126	16 ...11 ,537	15 ...50 ,866	15 ...31 ,056
27	17 ...11 ,324	16 ...48 ,904	16 ...27 ,437	16 ... 6 ,866
28	17 ...49 ,521	17 ...26 ,270	17 ... 4 ,009	16 ...42 ,676
29	18 ...27 ,718	18 ... 3 ,637	17 ...40 ,581	17 ...18 ,486
30	19 ... 5 ,915	18 ...41 ,004	18 ...17 ,153	17 ...54 ,295
	c'' = 39,997	c'' = 39,997	c'' = 39,997	c'' = 39,997

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 980 c' = 20	R = 1000 c' = 20	R = 1050 c' = 20	R = 1100 c' = 20
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	0°...35',079	0°...34',377	0°...32',740	0°...31',252
2	1 ...10 ,158	1 ... 8,755	1 ... 5 ,481	1 .. 2 ,504
3	1 ...45 ,237	1 ...43 ,132	1 ...38 ,221	1 ..33 ,757
4	2 ...20 ,316	2 ...17 ,510	2 ...10 ,962	2 ... 5 ,009
5	2 ...55 ,395	2 ...51 ,887	2 ...43 ,702	2 ...36 ,261
6	3 ...30 ,474	3 ...26 ,265	3 ...16 ,443	3 ... 7 ,513
7	4 ... 5 ,553	4 ... 0 ,642	3 ...49 ,183	3 ...38 ,766
8	4 ...40 ,632	4 ...35 ,020	4 ...21 ,923	4 ...10 ,018
9	5 ...15 ,711	5 ... 9 ,397	4 ...54 ,664	4 ...41 ,270
10	5 ...50 ,790	5 ...43 ,775	5 ...27 ,404	5 ...12 ,522
11	6 ...25 ,869	6 ..18 ,152	6 ... 0 ,145	5 ...43 ,775
12	7 ... 0 ,948	6 ...52 ,529	6 ...32 ,885	6 ...15 ,027
13	7 ...36 ,027	7 ...26 ,907	7 ... 5 ,626	6 ...46 ,279
14	8 ...11 ,106	8 ... 1 ,284	7 ...38 ,366	7 ...17 ,531
15	8 ...46 ,186	8 ...35 ,662	8 ...11 ,106	7 ...48 ,783
16	9 ...21 ,265	9 ...10 ,039	8 ...43 ,847	8 ...20 ,036
17	9 ...56 ,344	9 ...44 ,417	9 ...16 ,587	8 ...51 ,288
18	10 ...31 ,423	10 . .18 ,794	9 ...49 ,328	9 ...22 ,540
19	11 ... 6 ,502	10 ...53 ,172	10 ...22 ,068	9 ...53 ,792
20	11 ...41 ,581	11 ...27 ,549	10 ...54 ,809	10 ...25 ,045
21	12 ...16 ,660	12 ... 1 ,927	11 ...27 ,549	10 ...56 ,297
22	12 ...51 ,739	12 ...36 ,304	12 ... 0 ,289	11 ...27 .549
23	13 ...26 ,818	13 ...10 ,681	12 ...33 ,030	11 ...58 ,801
24	14 ... 1 ,897	13 ...45 ,059	13 . . 5 ,770	12 ...30 ,054
25	14 ...36 ,976	14 ...19 ,436	13 ...38 ,511	13 ... 1 ,306
26	15 ...12 ,055	14 ...53 ,814	14 ...11 ,251	13 ..32 ,558
27	15 ...47 ,134	15 ...28 ,191	14 ...43 ,992	14 ... 3 ,810
28	16 ...22 ,213	16 ... 2 ,569	15 ...16 ,732	14 ...35 ,062
29	16 .. 57 ,292	16 ...36 ,946	15 ...49 ,472	15 ... 6 ,315
30	17 ...32 ,371	17 ...11 ,324	16 ...22 ,213	15 ...37 ,567
	c''=39,997	c''= 39,997	c''= 39,997	c''= 39,998

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 1150 c' = 29	R = 1200 c' = 20	R = 1250 c' = 20	R = 1300 c' = 20
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	0°...29',893	0°...28',648	0°...27',502	0°. .26',444
2	0 ...59 ,787	0 ...57 ,296	0 ...55 ,004	0 ...52 ,888
3	1 ...29 ,680	1 ...25 ,944	1 ...22 ,506	1 ...19 ,333
4	1 ...59 ,574	1 ...54 ,592	1 ...50 ,008	1 ...45 ,777
5	2 .. 29 ,467	2 ...23 ,239	2 ...17 ,510	2 ...12 ,221
6	2 ...59 ,361	2 ...51 ,887	2 ...45 ,012	2 ...38 ,665
7	3 ...29 ,254	3 ...20 ,535	3 .. 12 ,514	3 ... 5 ,109
8	3 ...59 ,147	3 . .49 ,183	3 ...40 ,016	3 ...31 ,554
9	4 ..29 ,041	4 ...17 ,831	4 ... 7 ,518	3 ...57 ,998
10	4 ...58 ,934	4 ...46 ,479	4 ...35 ,020	4 ...24 ,442
11	5 ...28 ,828	5 ...15 ,127	5 ... 2 ,522	4 ...50 ,886
12	5 ...58 ,721	5 ...43 ,775	5 ...30 ,024	5 ...17 ,330
13	6 ...28 ,615	6 ...12 ,422	5 .. 57 ,526	5 ...43 ,775
14	6 ...58 ,508	6 ...41 ,070	6 ...25 ,027	6 ...10 ,219
15	7 .. 28 ,402	7 ... 9 ,718	6 ...52 ,529	6 ...36 ,663
16	7 ...58 ,295	7 ...38 ,366	7 ...20 ,031	7 ... 3 ,107
17	8 ...28 ,188	8 ... 7 ,014	7 ...47 ,533	7 ...29 ,551
18	8 ...58 ,082	8 ...35 ,662	8 ...15 ,035	7 ...55 ,996
19	9 .. 27 ,975	9 ... 4 ,310	8 ...42 ,537	8 ...22 ,440
20	9 ...57 ,869	9 ...32 ,958	9 ...10 ,039	8 ...48 ,884
21	10 ...27 ,762	10 ... 1 ,605	9 ...37 ,541	9 ...15 ,328
22	10 ...57 ,656	10 ...30 ,253	10 ... 5 ,043	9 ...41 ,772
23	11 ...27 ,549	10 ...58 ,901	10 ...32 ,545	10 ... 8 ,216
24	11 ...57 ,442	11 . .27 ,549	11 ... 0 ,047	10 ...34 ,661
25	12 ...27 ,336	11 ...56 ,197	11 ...27 ,549	11 ... 1 ,105
26	12 ...57 ,229	12 ...24 ,845	11 ..55 ,051	11 ...27 ,549
27	13 ...27 ,123	12 ...53 ,493	12 ...22 ,553	11 ...53 ,993
28	13 ...57 ,016	13 ...22 ,141	12 ...50 ,055	12 ...20 ,437
29	14 ..26 ,910	13 ...50 ,788	13 ...17 ,557	12 ...46 ,882
30	14 ...56 ,803	14 ...19 ,436	13 ...45 ,059	13 ...13 ,326
	c'' = 39,998	c'' = 39,998	c'' = 39,998	c'' = 39,998

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 1350 c' = 20	R = 1400 c' = 20	R = 1450 c' = 20	R = 1500 c' = 20
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	0°...25',465	0°...24',555	0°...23',709	0°...22',918
2	0 ...50 ,930	0 ...49 ,111	0 ...47 ,417	0 ...45 ,837
3	1 ...16 ,394	1 ...13 ,666	1 ...11 ,126	1 ... 8 ,755
4	1 ...41 ,859	1 ...38 ,221	1 ...34 ,834	1 ...31 ,673
5	2 ... 7 ,324	2 ... 2 ,777	1 ...58 ,543	1 ...54 ,592
6	2 ...32 ,789	2 ...27 ,332	2 ...22 ,252	2 ...17 ,510
7	2 ...58 ,253	2 ...51 ,887	2 ...45 ,960	2 ...40 ,428
8	3 ...23 ,718	3 ...16 ,443	3 ... 9 ,669	3 ... 3 ,346
9	3 ...49 ,183	3 ...40 ,998	3 ...33 ,377	3 ...26 ,265
10	4 ...14 ,648	4 ... 5 ,553	3 ...57 ,086	3 ...49 ,183
11	4 ...40 ,113	4 ...30 ,109	4 ...20 ,794	4 . 12 ,101
12	5 ... 5 ,577	4 ...54 ,664	4 .. 44 ,503	4 ...35 ,020
13	5 ...31 ,042	5 ...19 ,219	5 ... 8 ,212	4 ...57 ,938
14	5 ...56 ,507	5 . .43 ,775	5 . .31 ,920	5 ...20 ,856
15	6 . .21 ,972	6 ... 8 ,330	5 .. 55 ,629	5 ...43 ,775
16	6 ...47 ,436	6 ...32 ,885	6 ...19 ,337	6 ... 6 ,693
17	7 ...12 ,901	6 ...57 ,441	6 ...43 ,046	6 ...29 ,611
18	7 ...38 ,366	7 ...21 ,996	7 ... 6 ,755	6 ...52 ,529
19	8 ... 3 ,831	7 ...46 ,551	7 ...30 ,463	7 ...15 ,448
20	8 ...29 ,296	8 ..11 ,106	7 ...54 ,172	7 ...38 ,366
21	8 ...54 ,760	8 ...35 ,662	8 ...17 ,880	8 ... 1 ,284
22	9 ...20 ,225	9 ... 0 ,217	8 ...41 ,589	8 ...24 ,203
23	9 ...45 ,690	9 ...24 ,772	9 ... 5 ,296	8 ...47 ,121
24	10 ...11 ,155	9 ...49 ,328	9 ...29 ,006	9 ...10 ,039
25	10 ,..36 ,620	10 ...13 ,883	9 ...52 ,715	9 . 32 ,958
26	11 ... 2 ,084	10 ...38 ,438	10 ...16 ,423	9 ...55 ,876
27	11 ...27 ,549	11 ... 2 ,994	10 ...40 ,132	10 ...18 ,794
28	11 ...53 ,014	11 ...27 ,549	11 ... 3 ,840	10 ...41 ,712
29	12 ...18 ,479	11 ...52 ,104	11 ...27 ,549	11 ... 4 ,631
30	12 ...43 ,943	12 ...16 ,660	11 . .51 ,258	11 ...27 ,549
	c'' = 39,999	c'' = 39,999	c'' = 39,999	c'' = 39,999

*

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 1550 c' = 20	R = 1600 c' = 20	R = 1650 c' = 20	R = 1700 c' = 20
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	0°...22',179	0°...21',486	0°...20',835	0°...20',222
2	0 ...44 ,358	0 ...42 ,972	0 ...41 ,670	0 ...40 ,444
3	1 ... 6 ,537	1 ... 4 ,458	1 ... 2 ,504	1 ... 0 ,666
4	1 ...28 ,716	1 ...25 ,944	1 ...23 ,339	1 ...20 ,888
5	1 ...50 ,895	1 ...47 ,430	1 ...44 ,174	1 ...41 ,110
6	2 ...13 ,074	2 ... 8 ,915	2 ... 5 ,009	2 ... 1 ,332
7	2 ...35 ,253	2 ...30 ,401	2 ...25 ,844	2 ...21 ,554
8	2 ...57 ,432	2 ...51 ,887	2 ...46 ,679	2 ...41 ,776
9	3 ...19 ,611	3 ...13 ,373	3 ... 7 ,513	3 ... 1 ,998
10	3 ...41 ,790	3 ...34 ,859	3 ...28 ,348	3 ...22 ,220
11	4 ... 3 ,969	3 ...56 ,345	3 ...49 ,183	3 ...42 ,442
12	4 ...26 ,148	4 ...17 ,831	4 ...10 ,018	4 ... 2 ,664
13	4 ...48 ,327	4 ...39 ,317	4 ...30 ,853	4 ...22 ,886
14	5 ...10 ,506	5 ... 0 ,803	4 ...51 ,687	4 ...43 ,108
15	5 ...32 ,685	5 ...22 ,289	5 ...12 ,522	5 ... 3 ,330
16	5 ...54 ,864	5 ...43 ,775	5 ...33 ,357	5 ...23 ,552
17	6 ...17 ,043	6 ... 5 ,260	5 ...54 ,192	5 ...43 ,775
18	6 ...39 ,222	6 ...26 ,746	6 ...15 ,027	6 ... 3 ,997
19	7 ... 1 ,401	6 ...48 ,232	6 ...35 ,862	6 ...24 ,219
20	7 ...23 ,580	7 ... 9 ,718	6 ...56 ,697	6 ...44 ,441
21	7 ...45 ,759	7 ...31 ,204	7 ...17 ,531	7 ... 4 ,663
22	8 ... 7 ,938	7 ...52 ,690	7 ...38 ,366	7 ...24 ,885
23	8 ...30 ,117	8 ...14 ,176	7 ...59 ,201	7 ...45 ,107
24	8 ...52 ,296	8 ...35 ,662	8 ...20 ,036	8 ... 5 ,329
25	9 ...14 ,475	8 ...57 ,148	8 ...40 ,871	8 ...25 ,551
26	9 ...36 ,654	9 ...18 ,634	9 ... 1 ,705	8 ...45 ,773
27	9 ...58 ,833	9 ...40 ,120	9 ...22 ,540	9 ... 5 ,995
28	10 ...21 ,012	10 ... 1 ,605	9 ...43 ,375	9 ...26 ,217
29	10 ...43 ,191	10 ...23 ,091	10 ... 4 ,210	9 ...46 ,439
30	11 ... 5 ,370	10 ...44 ,577	10 ...25 ,045	10 ... 6 ,661
	c'' = 39,999	c'' = 39,999	c'' = 39,999	c'' = 39,999

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 1750 $c' = 20$	R = 1800 $c' = 20$	R = 1850 $c' = 20$	R = 1900 $c' = 20$
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	0°...19',644	0°...19',099	0°...18',582	0°...18',093
2	0 ...39 ,289	0 ...38 ,197	0 ...37 ,165	0 ...36 ,187
3	0 ...58 ,933	0 ...57 ,296	0 ...55 ,747	0 ...54 ,280
4	1 ...18 ,577	1 ...16 ,394	1 ...14 ,330	1 ...12 ,374
5	1 ...38 ,221	1 ...35 ,493	1 ...32 ,912	1 ...30 ,467
6	1 ...57 ,866	1 ...54 ,592	1 ...51 ,494	1 ...48 ,560
7	2 ...17 ,510	2 ...13 ,690	2 ...10 ,077	2 ... 6 ,654
8	2 ...37 ,154	2 ...32 ,789	2 ...28 ,659	2 ...24 ,747
9	2 ...56 ,798	2 ...51 ,887	2 ...47 ,242	2 ...42 ,841
10	3 ...16 ,443	3 ...10 ,986	3 ... 5 ,824	3 ... 0 ,934
11	3 ...36 ,087	3 ...30 ,084	3 ...24 ,406	3 ...19 ,027
12	3 ...55 ,731	3 ...49 ,183	3 ...42 ,989	3 ...37 ,121
13	4 ...15 ,375	4 ... 8 ,282	4 ... 1 ,571	3 ...55 ,214
14	4 ...35 ,020	4 ...27 ,380	4 ...20 ,154	4 ...13 ,308
15	4 ...54 ,664	4 ...46 ,479	4 ...38 ,736	4 ...31 ,401
16	5 ...14 ,308	5 ... 5 ,577	4 ...57 ,319	4 ...49 ,494
17	5 ...33 ,952	5 ...24 ,676	5 ...15 ,901	5 ... 7 ,588
18	5 ...53 ,597	5 ...43 ,775	5 ...34 ,483	5 ...25 ,681
19	6 ...13 ,241	6 ... 2 ,873	5 ...53 ,066	5 ...43 ,775
20	6 ...32 ,885	6 ...21 ,972	6 ...11 ,648	6 ... 1 ,868
21	6 ...52 ,529	6 ...41 ,070	6 ...30 ,231	6 ...19 ,961
22	7 ...12 ,174	7 ... 0 ,169	6 ...48 ,813	6 ...38 ,055
23	7 ...31 ,818	7 ...19 ,267	7 ... 7 ,395	6 ...56 ,148
24	7 ...51 ,462	7 ...38 ,366	7 ...25 ,978	7 ...14 ,242
25	8 ...11 ,106	7 ...57 ,465	7 ...44 ,560	7 ...32 ,335
26	8 ...30 ,751	8 ...16 ,563	8 ... 3 ,143	7 ...50 ,428
27	8 ...50 ,395	8 ...35 ,661	8 ...21 ,725	8 ... 8 ,522
28	9 ...10 ,039	8 ...54 ,760	8 ...40 ,307	8 ...26 ,615
29	9 ...29 ,683	9 ...13 ,859	8 ...58 ,890	8 ...44 ,708
30	9 ...49 ,328	9 ...32 ,958	9 ...17 ,472	9 ... 2 ,802
	$c'' = 39,999$	$c'' = 39,999$	$c'' = 39,999$	$c'' = 39,999$

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 1950 $c' = 20$	R = 2000 $c' = 20$	R = 2100 $c' = 20$	R = 2200 $c' = 20$
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	0°...17',629	0°...17',189	0°...16',370	0°...15',626
2	0 ...35 ,259	0 ...34 ,377	0 ...32 ,740	0 . 31 ,252
3	0 . 52 ,888	0 ...51 ,566	0 ...49 ,111	0 ...46 ,878
4	1 ...10 ,518	1 ... 8 ,755	1 ... 5 ,481	1 .. 2 ,504
5	1 ...28 ,147	1 ...25 ,944	1 ...21 ,851	1 ...18 ,131
6	1 ...45 ,777	1 ...43 ,132	1 ...38 ,221	1 ...33 ,757
7	2 ... 3 ,406	2 ... 0 ,321	1 ...54 ,592	1 ...49 ,383
8	2 ...21 ,036	2 ...17 ,510	2 ...10 ,962	2 ... 5 ,009
9	2 ...38 ,665	2 ...34 ,699	2 ...27 ,332	2 ...20 ,635
10	2 ...56 ,295	2 ...51 ,887	2 ...43 ,702	2 ...36 ,261
11	3 ...13 ,924	3 ... 9 ,076	3 ... 0 ,072	2 . 51 ,887
12	3 ...31 ,554	3 ...26 ,265	3 ...16 ,443	3 ... 7 ,513
13	3 ...49 ,183	3 ...43 ,453	3 ...32 ,813	3 ...23 ,139
14	4 ... 6 ,812	4 ... 0 ,642	3 ...49 ,183	3 ...38 ,766
15	4 ...24 ,442	4 ...17 ,831	4 ... 5 ,553	3 ...54 ,392
16	4 ...42 ,071	4 ...35 ,020	4 ...21 ,923	4 ...10 ,018
17	4 ...59 ,701	4 ...52 ,208	4 ...38 ,294	4 ...25 ,644
18	5 ...17 ,330	5 ... 9 ,397	4 ...54 ,664	4 ...41 ,270
19	5 ...34 ,960	5 ...26 ,586	5 ...11 ,034	4 ...56 ,896
20	5 ...52 ,589	5 ...43 ,775	5 ...27 ,404	5 ...12 ,522
21	6 ...10 ,219	6 ... 0 ,963	5 ...43 ,775	5 ...28 ,148
22	6 ...27 ,848	6 ...18 ,152	6 ... 0 ,145	5 ...43 ,775
23	6 ...45 ,478	6 ...35 ,341	6 ...16 ,515	5 ...59 ,401
24	7 ... 3 ,107	6 ...52 ,529	6 ...32 ,885	6 ...15 ,027
25	7 ...20 ,737	7 ... 9 ,718	6 ...49 ,255	6 . 30 ,653
26	7 ...38 ,366	7 ...26 ,907	7 ... 5 ,626	6 ...46 ,279
27	7 ...55 ,996	7 ...44 ,096	7 ...21 ,996	7 ... 1 ,905
28	8 ...13 ,625	8 ... 1 ,284	7 ...38 ,366	7 ...17 ,531
29	8 ...31 ,254	8 ...18 ,473	7 ...54 ,736	7 ...33 ,157
30	8 ...48 ,884	8 ...35 ,662	8 ...11 ,106	7 ...48 ,783
	$c'' = 39,999$	$c'' = 39,999$	$c'' = 39\ 999$	$c'' = 39,999$

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 2300 c' = 20	R = 2400 c' = 20	R = 2500 c' = 20	R = 2600 c' = 20
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	0°...14',947	0°.. 14',324	0°..13',751	0°...13',222
2	0 ...29 ,893	0 ...28 ,648	0 ...27 ,502	0 ...26 ,444
3	0 . .44 ,840	0 ...42 ,972	0 ...41 ,253	0 ...39 ,666
4	0 ...59 ,787	0 . .57 ,296	0 .. 55 ,004	0 ...52 ,888
5	1 .. 14 ,734	1 ...11 ,620	1 ... 8 ,755	1 ... 6 ,110
6	1 ...29 ,680	1 ...25 ,944	1 ...22 ,506	1 ...19 ,333
7	1 ...44 ,627	1 ...40 ,268	1 ...36 ,257	1 ...32 ,555
8	1 ...59 ,574	1 ...54 ,592	1 ...50 ,008	1 ...45 ,777
9	2 ...14 ,520	2 .. 8 ,915	2 ... 3 ,759	1 ...58 ,999
10	2 ...29 ,467	2 ...23 ,239	2 ...17 ,510	2 ...12 ,221
11	2 ...44 ,414	2 ...37 ,563	2 ...31 ,261	2 ...25 ,443
12	2 ...59 ,361	2 ...51 ,887	2 ...45 ,012	2 ...38 ,665
13	3 ...14 ,307	3 ... 6 ,211	2 ...58 ,763	2 ...51 ,887
14	3 ...29 ,254	3 ...20 ,535	3 ...12 ,514	3 ... 5 ,109
15	3 ..44 ,201	3 ...34 ,859	3 ...26 ,265	3 ...18 ,331
16	3 ...59 ,148	3 ...49 ,183	3 ...40 ,016	3 ...31 ,554
17	4 ..14 ,094	4 ... 3 ,507	3 ...53 ,767	3 .. 44 ,776
18	4 ...29 ,041	4 ...17 ,831	4 ... 7 ,518	3 .. 57 ,998
19	4 ...43 ,988	4 .. 32 ,155	4 ...21 ,269	4 ...11 ,220
20	4 ...58 ,934	4 ...46 ,479	4 .35 ,020	4 ...24 ,442
21	5 ...13 ,881	5 ... 0 ,803	4 ...48 ,771	4 ...37 ,664
22	5 ...28 ,828	5 ...15 ,127	5 ... 2 ,522	4 ...50 ,886
23	5 ...43 ,775	5 ...29 ,451	5 ...16 ,273	5 ... 4 ,108
24	5 ..58 ,721	5 ...43 ,775	5 ...30 ,024	5 ...17 ,330
25	6 . .13 ,668	5 ...58 ,098	5 ...43 ,775	5 ...30 ,552
26	6 ...28 ,615	6 ...12 ,422	5 .. 57 ,526	5 ...43 ,775
27	6 ...43 ,561	6 ...26 ,746	6 ...11 ,276	5 ...56 ,997
28	6 ...58 ,508	6 ...41 ,070	6 ...25 ,027	6 ...10 ,219
29	7 ...13 ,455	6 ...55 ,394	6 ...38 ,778	6 ...23 ,441
30	7 ...28 ,402	7... 9 ,718	6 ...52 ,529	6 ...36 ,663
	c'' = 39,999	c'' = 39,999	c'' = 40	c'' = 40

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 2700 c' = 20	R = 2800 c' = 20	R = 2900 c' = 20	R = 3000 c' = 20
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	0°...12',732	0°...12',277	0°...11',854	0°...11',459
2	0 ...25 ,465	0 ...24 ,555	0 ...23 ,709	0 ...22 ,918
3	0 ...38 ,197	0 ...36 ,833	0 ...35 ,563	0 ...34 ,377
4	0 ...50 ,930	0 ...49 ,111	0 ...47 ,417	0 ...45 ,837
5	1 ... 3 ,662	1 ... 1 ,388	0 ...59 ,271	0 ...57 ,296
6	1 ...16 ,394	1 ...13 ,666	1 ...11 ,126	1 ... 8 ,755
7	1 ...29 ,127	1 ...25 ,944	1 ...22 ,980	1 ...20 ,214
8	1 ...41 ,859	1 ...38 ,221	1 ...34 ,834	1 ...31 ,673
9	1 ...54 ,592	1 ...50 ,499	1 ...46 ,689	1 ...43 ,132
10	2 ... 7 ,324	2 ... 2 ,777	1 ...58 ,543	1 ...54 ,592
11	2 ...20 ,056	2 ...15 ,054	2 ...10 ,397	2 ... 6 ,051
12	2 ...32 ,789	2 ...27 ,332	2 ...22 ,252	2 ...17 ,510
13	2 ...45 ,521	2 ...39 ,610	2 ...34 ,106	2 ...28 ,969
14	2 ...58 ,253	2 ...51 ,887	2 ...45 ,960	2 ...40 ,428
15	3 ...10 ,986	3 ... 4 ,165	2 ...57 ,814	2 ...51 ,887
16	3 ...23 ,718	3 ...16 ,443	3 ... 9 ,669	3 ... 3 ,346
17	3 ...36 ,451	3 ...28 ,720	3 ...21 ,523	3 ...14 ,806
18	3 ...49 ,183	3 ...40 ,998	3 ...33 ,377	3 ...26 ,265
19	4 ... 1 ,915	3 ...53 ,276	3 ...45 ,232	3 ...37 ,724
20	4 ...14 ,648	4 ... 5 ,553	3 ...57 ,086	3 ...49 ,183
21	4 ...27 ,380	4 ...17 ,831	4 ... 8 ,940	4 ... 0 ,642
22	4 ...40 ,113	4 ...30 ,109	4 ...20 ,794	4 ...12 ,101
23	4 ...52 ,845	4 ...42 ,386	4 ...32 ,649	4 ...23 ,560
24	5 ... 5 ,577	4 ...54 ,664	4 ...44 ,503	4 ...35 ,020
25	5 ...18 ,310	5 ... 6 ,942	4 ...56 ,357	4 ...46 ,479
26	5 ...31 ,042	5 ...19 ,219	5 ... 8 ,212	4 ...57 ,938
27	5 ...43 ,775	5 ...31 ,497	5 ...20 ,066	5 ... 9 ,397
28	5 ...56 ,507	5 ...43 ,775	5 ...31 ,920	5 ...20 ,856
29	6 ... 9 ,239	5 ...56 ,052	5 ...43 ,775	5 ...32 ,315
30	6 ...21 ,972	6 ... 8 ,330	5 ...55 ,629	5 ...43 ,775
	c'' = 40	c'' = 40	c'' = 40	c'' = 40

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 3100 $c' = 20$	R = 3200 $c' = 20$	R = 3300 $c' = 20$	R = 3400 $c' = 20$
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	0°...11',090	0°...10',743	0°...10',417	0°...10',111
2	0 ...22 ,179	0 ...21 ,486	0 ...20 ,835	0 ...20 ,222
3	0 ...33 ,269	0 ...32 ,229	0 ...31 ,252	0 ...30 ,333
4	0 ...44 ,358	0 ...42 ,972	0 ...41 ,670	0 ...40 ,444
5	0 ...55 ,448	0 ...53 ,715	0 ...52 ,087	0 ...50 ,555
6	1 ... 6 ,537	1 ... 4 ,458	1 ... 2 ,504	1 ... 0 ,666
7	1 ...17 ,627	1 ...15 ,201	1 ...12 ,922	1 ...10 ,777
8	1 ...28 ,716	1 ...25 ,944	1 ...23 ,339	1 ...20 ,888
9	1 ...39 ,806	1 ...36 ,687	1 ...33 ,757	1 ...30 ,999
10	1 ...50 ,895	1 ...47 ,430	1 ...44 ,174	1 ...41 ,110
11	2 ... 1 ,985	1 ...58 ,172	1 ...54 ,592	1 ...51 ,221
12	2 ...13 ,074	2 ... 8 ,915	2 ... 5 ,009	2 ... 1 ,332
13	2 ...24 ,164	2 ...19 ,658	2 ...15 ,426	2 ...11 ,443
14	2 ...35 ,253	2 ...30 ,401	2 ...25 ,844	2 ...21 ,554
15	2 ...46 ,343	2 ...41 ,144	2 ...36 ,261	2 ...31 ,665
16	2 ...57 ,432	2 ...51 ,887	2 ...46 ,679	2 ...41 ,776
17	3 ... 8 ,522	3 ... 2 ,630	2 ...57 ,096	2 ...51 ,887
18	3 ...19 ,611	3 ...13 ,373	3 ... 7 ,513	3 ... 1 ,998
19	3 ...30 ,701	3 ...24 ,116	3 ...17 ,931	3 ...12 ,109
20	3 ...41 ,790	3 ...34 ,859	3 ...28 ,348	3 ...22 ,220
21	3 ...52 ,880	3 ...45 ,602	3 ...38 ,766	3 ...32 ,331
22	4 ... 3 ,969	3 ...56 ,345	3 ...49 ,183	3 ...42 ,442
23	4 ...15 ,059	4 ... 7 ,088	3 ...59 ,600	3 ...52 ,553
24	4 ...26 ,148	4 ...17 ,831	4 ...10 ,018	4 ... 2 ,664
25	4 ...37 ,238	4 ...28 ,574	4 ...20 ,435	4 ...12 ,775
26	4 ...48 ,327	4 ...39 ,317	4 ...30 ,853	4 ...22 ,886
27	4 ...59 ,417	4 ...50 ,060	4 ...41 ,270	4 ...32 ,997
28	5 ...10 ,506	5 ... 0 ,803	4 ...51 ,687	4 ...43 ,108
29	5 ...21 ,596	5 ...11 ,546	5 ... 2 ,105	4 ...53 ,219
30	5 ...32 ,685	5 ...22 ,289	5 ...12 ,522	5 ... 3 ,330
	$c'' = 40$	$c'' = 40$	$c'' = 40$	$c'' = 40$

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 3500 c' = 20	R = 3600 c' = 20	R = 3700 c' = 20	R = 3800 c' = 20
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	0°... 9',822	0°... 9',549	0°... 9',291	0°... 9',047
2	0 ...19 ,644	0 ...19 ,099	0 ...18 ,582	0 ...18 ,093
3	0 ...29 ,466	0 ...28 ,648	0 ...27 ,874	0 ...27 ,140
4	0 ...39 ,289	0 ...38 ,197	0 ...37 ,165	0 ...36 ,187
5	0 ...49 ,111	0 ...47 ,746	0 ...46 ,456	0 ...45 ,233
6	0 ...58 ,933	0 ...57 ,296	0 ...55 ,747	0 ...54 ,280
7	1 ... 8 ,755	1 ... 6 ,845	1 ... 5 ,038	1 ... 3 ,327
8	1 ...18 ,577	1 ...16 ,394	1 ...14 ,330	1 ...12 ,374
9	1 ...28 ,399	1 ...25 ,944	1 ...23 ,621	1 ...21 ,420
10	1 ...38 ,221	1 ...35 ,493	1 ...32 ,912	1 ...30 ,467
11	1 ...48 ,043	1 ...45 ,042	1 ...42 ,203	1 ...39 ,514
12	1 ...57 ,866	1 ...54 ,592	1 ...51 ,494	1 ...48 ,560
13	2 ... 7 ,688	2 ... 4 ,141	2 ... 0 ,786	1 ...57 ,607
14	2 ...17 ,510	2 ...13 ,690	2 ...10 ,077	2 ... 6 ,654
15	2 ...27 ,332	2 ...23 ,239	2 ...19 ,368	2 ...15 ,700
16	2 ...37 ,154	2 ...32 ,789	2 ...28 ,659	2 ...24 ,747
17	2 ...46 ,976	2 ...42 ,338	2 ...37 ,950	2 ...33 ,794
18	2 ...56 ,798	2 ...51 ,887	2 ...47 ,242	2 ...42 ,841
19	3 ... 6 ,620	3 ... 1 ,437	2 ...56 ,533	2 ...51 ,887
20	3 ...16 ,443	3 ...10 ,986	3 ... 5 ,824	3 ... 0 ,934
21	3 ...26 ,265	3 ...20 ,535	3 ...15 ,115	3 ... 9 ,981
22	3 ...36 ,087	3 ...30 ,084	3 ...24 ,406	3 ...19 ,027
23	3 ...45 ,909	3 ...39 ,634	3 ...33 ,698	3 ...28 ,074
24	3 ...55 ,731	3 ...49 ,183	3 ...42 ,989	3 ...37 ,121
25	4 ... 5 ,553	3 ...58 ,732	3 ...52 ,280	3 ...46 ,167
26	4 ...15 ,375	4 ... 8 ,282	4 ... 1 ,571	3 ...55 ,214
27	4 ...25 ,197	4 ...17 ,831	4 ...10 ,863	4 ... 4 ,261
28	4 ...35 ,020	4 ...27 ,380	4 ...20 ,154	4 ...13 ,308
29	4 ...44 ,842	4 ...36 ,930	4 .. 29 ,445	4 ...22 ,354
30	4 ...54 ,664	4 ...46 ,479	4 ...38 ,736	4 ...31 ,401
	c'' = 40	c'' = 40	c'' = 40	c'' = 40

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 3900 c' = 20	R = 4000 c' = 20	R = 4100 c' = 20	R = 4200 c' = 20
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	0°... 8',815	0°... 8',594	0°... 8',385	0°... 8',185
2	0 ...17 ,629	0 ...17 ,189	0 ...16 ,769	0 ...16 ,370
3	0 ...26 ,444	0 ...25 ,783	0 ...25 ,154	0 ...24 ,555
4	0 ...35 ,259	0 ...34 ,377	0 ...33 ,539	0 ...32 ,740
5	0 ...44 ,074	0 ...42 ,972	0 ...41 ,924	0 ...40 ,926
6	0 ...52 ,888	0 ...51 ,566	0 ...50 ,308	0 ...49 ,111
7	1 ... 1 ,703	1 ... 0 ,161	0 ...58 ,693	0 ...57 ,296
8	1 ...10 ,518	1 ... 8 ,755	1 ... 7 ,078	1 ... 5 ,481
9	1 ...19 ,333	1 ...17 ,349	1 ...15 ,463	1 ...13 ,666
10	1 ...28 ,147	1 ...25 ,944	1 ...23 ,847	1 ...21 ,851
11	1 ...36 ,962	1 ...34 ,538	1 ...32 ,232	1 ...30 ,036
12	1 ...45 ,777	1 ...43 ,132	1 ...40 ,617	1 ...38 ,221
13	1 ...54 ,592	1 ...51 ,727	1 ...49 ,002	1 ...46 ,406
14	2 ... 3 ,406	2 ... 0 ,321	1 ...57 ,386	1 ...54 ,592
15	2 ...12 ,221	2 ... 8 ,915	2 ... 5 ,771	2 ... 2 ,777
16	2 ...21 ,036	2 ...17 ,510	2 ...14 ,156	2 ...10 ,962
17	2 ...29 ,850	2 ...26 ,104	2 ...22 ,541	2 ...19 ,147
18	2 ...38 ,665	2 ...34 ,699	2 ...30 ,925	2 ...27 ,332
19	2 ...47 ,480	2 ...43 ,293	2 ...39 ,310	2 ...35 ,517
20	2 ...56 ,295	2 ...51 ,887	2 ...47 ,695	2 ...43 ,702
21	3 ... 5 ,109	3 ... 0 ,482	2 ...56 ,080	2 ...51 ,887
22	3 ...13 ,924	3 ... 9 ,076	3 ... 4 ,464	3 ... 0 ,072
23	3 ...22 ,739	3 ...17 ,670	3 ...12 ,849	3 ... 8 ,257
24	3 ...31 ,554	3 ...26 ,265	3 ...21 ,234	3 ...16 ,443
25	3 ...40 ,368	3 ...34 ,859	3 ...29 ,619	3 ...24 ,628
26	3 ...49 ,183	3 ...43 ,453	3 ..38 ,003	3 ...32 ,813
27	3 ...57 ,998	3 ...52 ,048	3 ...46 ,388	3 ...40 ,998
28	4 ... 6 ,812	4 ... 0 ,642	3 ...54 ,773	3 ...49 ,183
29	4 ...15 ,627	4 ... 9 ,237	4 ... 3 ,158	3 ...57 ,368
30	4 ...24 ,442	4 ...17 ,831	4 ...11 ,542	4 ... 5 ,553
	c'' = 40	c'' = 40	c'' = 40	c'' = 40

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 4300 c' = 20	R = 4400 c' = 20	R = 4500 c' = 20	R = 4600 c' = 20
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	0°... 7',995	0°... 7',813	0°... 7',639	0°... 7',473
2	0 ...15 ,990	0 ...15 ,626	0 ...15 ,279	0 ...14 ,947
3	0 ...23 ,984	0 ...23 ,439	0 ...22 ,918	0 ...22 ,420
4	0 . 31 ,979	0 ...31 ,252	0 ...30 ,558	0 ...29 ,893
5	0 ...39 ,974	0 ...39 ,065	0 ...38 ,197	0 ...37 ,367
6	0 .. 47 ,969	0 ...46 ,878	0 ...45 ,837	0 ...44 ,840
7	0 ...55 ,963	0 ...54 ,691	0 . 53 ,476	0 ...52 ,314
8	1 ... 3 ,958	1 ... 2 ,504	1 ... 1 ,115	0 ...59 ,787
9	1 ...11 ,953	1 ...10 ,318	1 ... 8 ,755	1 ... 7 ,260
10	1 ...19 ,948	1 ...18 ,131	1 ...16 ,394	1 ...14 ,734
11	1 ...27 ,942	1 ...25 ,944	1 .. 24 ,034	1 ...22 ,207
12	1 ...35 ,937	1 ...33 ,757	1 .. 31 ,673	1 ...29 ,680
13	1 ...43 ,932	1 ...41 ,570	1 ...39 ,313	1 ...37 ,154
14	1 ...51 ,927	1 ...49 ,383	1 ...46 ,952	1 ...44 ,627
15	1 ...59 ,921	1 ...57 ,196	1 ...54 ,592	1 ...52 ,100
16	2 ... 7 ,916	2 ... 5 ,009	2 ... 2 ,231	1 ...59 ,574
17	2 ..15 ,911	2 ...12 ,822	2 ... 9 ,870	2 ... 7 ,047
18	2 ...23 ,906	2 ...20 ,635	2 ...17 ,510	2 ...14 ,520
19	2 ...31 ,900	2 ...28 ,448	2 ...25 ,149	2 ...21 ,994
20	2 ...39 ,895	2 ...36 ,261	2 ...32 ,789	2 ...29 ,467
21	2 ...47 ,890	2 ...44 ,074	2 ...40 ,428	2 ...36 ,941
22	2 ...55 ,885	2 ...51 ,887	2 ...48 ,068	2 ...44 ,414
23	3 ... 3 ,879	2 ...59 ,700	2 . 55 ,707	2 ...51 ,887
24	3 ...11 ,874	3 ... 7 ,513	3 ... 3 ,346	2 ...59 ,361
25	3 ...19 ,869	3 ...15 ,326	3 ...10 ,986	3 ... 6 ,834
26	3 ...27 ,864	3 ...23 ,140	3 ...18 ,625	3 ..14 ,307
27	3 ...35 ,858	3 ...30 ,953	3 ...26 ,265	3 ...21 ,781
28	3 ...43 ,853	3 ...38 ,766	3 ...33 ,904	3 ...29 ,254
29	3 ...51 ,848	3 ...46 ,579	3 ...41 ,544	3 ...36 ,727
30	3 ...59 ,843	3 ...54 ,392	3 ...49 ,183	3 ...44 ,201
	c''=40	c''= 40	c''= 40	c''= 40

Digitized by Google

PUNTOS.	R = 4700 c' = 20	R = 4800 c' = 20	R = 4900 c' = 20	R = 5000 c' = 20
	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.	Angs. tangencs.
1	0°... 7',314	0°... 7',162	0°... 7',016	0°... 6',875
2	0 ...14 ,629	0 ...14 ,324	0 ...14 ,032	0 ...13 ,751
3	0 ...21 ,943	0 ...21 ,486	0 ...21 ,047	0 ...20 ,626
4	0 ...29 ,257	0 ...28 ,648	0 ...28 ,063	0 ...27 ,502
5	0 ...36 ,572	0 ...35 ,810	0 ...35 ,079	0 ...34 ,377
6	0 ...43 ,886	0 ...42 ,972	0 ...42 ,095	0 ...41 ,253
7	0 ...51 ,200	0 ...50 ,134	0 ...49 ,111	0 ...48 ,128
8	0 ...58 ,515	0 ...57 ,296	0 ...56 ,126	0 ...55 ,004
9	1 ... 5 ,829	1 ... 4 ,458	1 ... 3 ,142	1 ... 1 ,879
10	1 ...13 ,144	1 ...11 ,620	1 ...10 ,158	1 ... 8 ,755
11	1 ...20 ,458	1 ...18 ,782	1 ...17 ,174	1 ...15 ,630
12	1 ...27 ,772	1 ...25 ,944	1 ...24 ,190	1 ...22 ,506
13	1 ...35 ,087	1 ...33 ,106	1 ...31 ,205	1 ...29 ,381
14	1 ...42 ,401	1 ...40 ,268	1 ...38 ,221	1 ...36 ,257
15	1 ...49 ,715	1 ...47 ,430	1 ...45 ,237	1 ...43 ,132
16	1 ...57 ,030	1 ...54 ,592	1 ...52 ,253	1 ...50 ,008
17	2 ... 4 ,344	2 ... 1 ,753	1 ...59 ,269	1 ...56 ,883
18	2 ...11 ,658	2 ... 8 ,915	2 ... 6 ,285	2 ... 3 ,759
19	2 ...18 ,973	2 ...16 ,077	2 ...13 ,300	2 ...10 ,634
20	2 ...26 ,287	2 ...23 ,239	2 ...20 ,316	2 ...17 ,510
21	2 ...33 ,601	2 ...30 ,401	2 ...27 ,332	2 ...24 ,385
22	2 ...40 ,916	2 ...37 ,563	2 ...34 ,348	2 ...31 ,261
23	2 ...48 ,230	2 ...44 ,725	2 ...41 ,364	2 ...38 ,136
24	2 ...55 ,544	2 ...51 ,887	2 ...48 ,379	2 ...45 ,012
25	3 ... 2 ,859	2 ...59 ,049	2 ...55 ,395	2 ...51 ,887
26	3 ...10 ,173	3 ... 6 ,211	3 ... 2 ,411	2 ...58 ,763
27	3 ...17 ,488	3 ...13 ,373	3 ... 9 ,427	3 ... 5 ,638
28	3 ...24 ,802	3 ...20 ,535	3 ...16 ,443	3 ...12 ,514
29	3 ...32 ,116	3 ...27 ,697	3 ...23 ,458	3 ...19 ,389
30	3 ...39 ,431	3 ...34 ,859	3 ...30 ,474	3 ...26 ,265
	c'' = 40	c'' = 40	c'' = 40	c'' = 40

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLA III.

ELEMENTOS PARA EL TRAZADO DE LOS ARCOS DE CÍRCULO DE 100 A 5.000 METROS DE RADIO POR PUNTOS DISTANTES ENTRE SI 20 METROS MEDIDOS SOBRE EL ARCO, POR LOS METODOS 7, 12, 13, 14, 15, 17, 18 Y 19.

Digitized by Google

1	2	3	4	5	6	7	8
RADIO.	$\frac{1}{2}\gamma$.	γ.	$90°-\gamma$.	2 R sen. $\frac{1}{2}\gamma$.	R tang. $\frac{1}{2}\gamma$.	2 R sen. γ.	R sen. ver. γ.
100	5°..43',77	11°..27',55	78°..32',45	19,97	10,03	39,73	1,99
110	5..12,52	10..25,04	79..34,96	»	»	39,78	1,81
120	4..46,48	9..32,96	80..27,04	19,98	10,02	39,82	1,66
130	4..24,44	8..48,88	81..11,12	»	»	39,84	1,54
140	4.. 5,55	8..11,11	81..48,89	»	»	39,86	1,43
150	3..49,18	7..38,37	82..21,63	»	10,01	39,88	1,33
160	3..34,86	7.. 9,72	82..50,28	»	»	39,90	1,25
170	3..22,22	6..44,44	83..15,56	»	»	39,91	1,18
180	3..10,99	6..21,97	83..38,03	»	»	39,92	1,11
190	3.. 0,93	6.. 1,87	83..58,13	»	»	»	1,05
200	2..51,89	5..43,77	84..16,23	»	»	39,93	1,00
210	2..43,70	5..27,40	84..32,60	»	»	39,94	0,95
220	2..36,26	5..12,52	84..47,48	»	»	»	0,91
230	2..29,47	4..58,93	85.. 1,07	»	»	39,95	0,87
240	2..23,24	4..46,48	85..13,52	»	»	»	0,83
250	2..17,51	4..35,02	85..24,98	»	»	39,96	0,80
260	2..12,22	4..24,44	85..35,56	»	10	»	0,77
270	2.. 7,32	4..14,65	85..45,35	20	»	»	0,74
280	2.. 2,78	4.. 5,55	85..54,45	»	»	39,97	0,71
290	1..58,54	3..57,09	86.. 2,91	»	»	»	0,69
300	1..54,59	3..49,18	86..10,82	»	»	»	0,67
310	1..50,90	3..41,79	86..18,21	»	»	»	0,64
320	1..47,43	3..34,86	86..25,14	»	»	»	0,62
330	1..44,17	3..28,35	86..31,65	»	»	39,98	0,61

Digitized by Google

1	9	10	11	12	13	14	15	16
RADIO.	R tang. γ.	R (sec. $\gamma - 1$).	R sen. γ.	R (sen. $\frac{3}{2}\gamma$ — sen. $\frac{1}{2}\gamma$).	R (sen. ver. $\frac{3}{2}\gamma$ — sen. ver. $\frac{1}{2}\gamma$).	$2c'$ sen. $\frac{1}{4}\gamma$.	2 R sen. ver. γ.	$2t'$ sen. $\frac{1}{2}\gamma$.
100	20,27	2,03	19,87	19,57	3,97	2,00	3,98	2,00
110	20,22	1,84	19,89	19,64	3,61	1,82	3,63	1,82
120	20,19	1,69	19,91	19,70	3,31	1,66	3,33	1,67
130	20,16	1,55	19,92	19,74	3,06	1,54	3,07	1,54
140	20,14	1,44	19,93	19,78	2,85	1,43	2,85	1,43
150	20,12	1,34	19,94	19,81	2,66	1,33	2,66	1,33
160	20,10	1,26	19,95	19,83	2,49	1,25	2,50	1,25
170	20,09	1,18	„	19,85	2,35	1,18	2,35	1,18
180	20,08	1,12	19,96	19,87	2,22	1,11	2,22	1,11
190	20,07	1,06	„	19,88	2,10	1,05	2,10	1,05
200	„	1,00	19,97	19,89	2,00	1,00	2,00	1,00
210	20,06	0,96	„	19,90	1,90	0,95	1,90	0,95
220	„	0,91	„	19,91	1,82	0,91	1,82	0,91
230	20,05	0,87	„	19,92	1,74	0,87	1,74	0,87
240	„	0,84	19,98	„	1,66	0,83	1,67	0,83
250	20,04	0,80	„	19,93	1,60	0,80	1,60	0,80
260	„	0,77	„	19,94	1,54	0,77	1,54	0,77
270	„	0,74	„	„	1,48	0,74	1,48	0,74
280	20,03	0,72	„	„	1,43	0,71	1,43	0,71
290	„	0,69	„	19,95	1,38	0,69	1,38	0,69
300	„	0,67	„	„	1,33	0,67	1,33	0,67
310	„	0,65	19,99	„	1,29	0,65	1,29	0,65
320	„	0,63	„	19,96	1,25	0,63	1,25	0,63
330	20,02	0,61	„	„	1,21	0,61	1,21	0,61

Digitized by Google

1	2	3	4	5	6	7	8
RADIO.	$\frac{1}{2}\gamma$.	γ.	$90°-\gamma$.	2 R sen. $\frac{1}{2}\gamma$.	R tang. $\frac{1}{2}\gamma$.	2 R sen. γ.	R sen. ver. γ.
340	1°..41',11	3°..22',22	86°..37',78	20	10	39,98	0,59
350	1..38,22	3..16,44	86..43,56	"	"	"	0,57
360	1..35,49	3..10,99	86..49,01	"	"	"	0,56
370	1..32,91	3.. 5,82	86..54,18	"	"	"	0,54
380	1..30,47	3.. 0,93	86..59,07	"	"	"	0,53
390	1..28,15	2..56,29	87.. 3,71	"	"	"	0,51
400	1..25,94	2..51,89	87.. 8,11	"	"	"	0,50
410	1..23,85	2..47,69	87..12,31	"	"	"	0,49
420	1..21,85	2..43,70	87..16,30	"	"	"	0,48
430	1..19,95	2..39,90	87..20,10	"	"	39,99	0,47
440	1..18,13	2..36,26	87..23,74	"	"	"	0,45
450	1..16,39	2..32,79	87..27,21	"	"	"	0,44
460	1..14,73	2..29,47	87..30,53	"	"	"	0,43
470	1..13,14	2..26,29	87..33,71	"	"	"	"
480	1..11,62	2..23,24	87..36,76	"	"	"	0,42
490	1..10,16	2..20,32	87..39,68	"	"	"	0,41
500	1.. 8,75	2..17,51	87..42,49	"	"	"	0,40
520	1.. 6,11	2..12,22	87..47,78	"	"	"	0,38
540	1.. 3,66	2.. 7,32	87..52,68	"	"	"	0,37
560	1.. 1,39	2.. 2,77	87..57,23	"	"	"	0,36
580	0..59,27	1..58,54	88.. 1,46	"	"	"	0,34
600	0..57,30	1..54,59	88.. 5,41	"	"	"	0,33
620	0..55,45	1..50,90	88.. 9,10	"	"	"	0,32
640	0..53,71	1..47,43	88..12,57	"	"	"	0,31

Digitized by Google

1	9	10	11	12	13	14	15	16
RADIO.	R. tang. γ.	R (sec. $\gamma - 1$).	R sen. γ.	R (sen. $\frac{3}{2}\gamma$ — sen. $\frac{1}{2}\gamma$).	R (sen. ver. $\frac{3}{2}\gamma$ — sen. ver. $\frac{1}{2}\gamma$).	2 c sen. $\frac{1}{4}\gamma$.	2 R sen. ver. γ.	2 c sen. $\frac{1}{2}\gamma$.
340	20,02	0,59	19,99	„	1,18	0,59	1,18	0,59
350	„	0,57	„	„	1,14	0,57	1,14	0,57
360	„	0,56	„	19,97	1,11	0,56	1,11	0,56
370	„	0,54	„	„	1,08	0,54	1,08	0,54
380	„	0,53	„	„	1,05	0,53	1,05	0,53
390	„	0,51	„	„	1,03	0,51	1,03	0,51
400	„	0,50	„	„	1,00	0,50	1,00	0,50
410	„	0,49	„	„	0,98	0,49	0,98	0,49
420	20,01	0,48	„	19,98	0,95	0,48	0,95	0,48
430	„	0,47	„	„	0,93	0,47	0,93	0,47
440	„	0,45	„	„	0,91	0,45	0,91	0,45
450	„	0,44	„	„	0,89	0,44	0,89	0,44
460	„	„	„	„	0,87	0,43	0,87	0,43
470	„	0,43	„	„	0,85	„	0,85	„
480	„	0,42	„	„	0,83	0,42	0,83	0,42
490	„	0,41	„	„	0,82	0,41	0,82	0,41
500	„	0,40	„	„	0,80	0,40	0,80	0,40
520	„	0,38	„	„	0,77	0,38	0,77	0,38
540	„	0,37	„	19,99	0,74	0,37	0,74	0,37
560	„	0,36	„	„	0,71	0,36	0,71	0,36
580	„	0,34	20,00	„	0,69	0,34	0,69	0,34
600	„	0,33	„	„	0,67	0,33	0,67	0,33
620	„	0,32	„	„	0,65	0,32	0,65	0,32
640	„	0,31	„	„	0,62	0,31	0,62	0,31

Digitized by Google

1	2	3	4	5	6	7	8
RADIO.	$\frac{1}{2}\gamma$.	γ.	$90°-\gamma$.	2 R sen. $\frac{1}{2}\gamma$.	R tang. $\frac{1}{2}\gamma$.	2 R sen. γ.	R sen. ver. γ.
660	0°..52',09	1°..44',17	88°..15',83	20	10	39,99	0,30
680	0..50,56	1..41,11	88..18,89	»	»	»	0,29
700	0..49,11	1..38,22	88..21,78	»	»	»	»
720	0..47,75	1..35,49	88..24,51	»	»	»	0,28
740	0..46,46	1..32,91	88..27,09	»	»	»	0,27
760	0..45,23	1..30,47	88..29,53	»	»	»	0,26
780	0..44,07	1..28,15	88..31,85	»	»	»	»
800	0..42,97	1..25,94	88..34,06	»	»	»	0,25
820	0..41,92	1..23,85	88..36,15	»	»	»	0,24
840	0..40,93	1..21,85	88..38,15	»	»	40,00	»
860	0..39,97	1..19,95	88..40,05	»	»	»	0,23
880	0..39,07	1..18,13	88..41,87	»	»	»	»
900	0..38,20	1..16,39	88..43,61	»	»	»	0,22
920	0..37,37	1..14,73	88..45,27	»	»	»	»
940	0..36,57	1..13,14	88..46,86	»	»	»	0,21
960	0..35,81	1..11,62	88..48,38	»	»	»	»
980	0..35,08	1..10,16	88..49,84	»	»	»	0,20
1.000	0..34,38	1.. 8,75	88..51,25	»	»	»	»
1.050	0..32,74	1.. 5,48	88..54,52	»	»	»	0,19
1.100	0..31,25	1.. 2,50	88..57,50	»	»	»	0,18
1.150	0..29,89	0..59,79	89.. 0,21	»	»	»	0,17
1.200	0..28,65	0..57,30	89.. 2,70	»	»	»	»
1.250	0..27,50	0..55,00	89.. 5,00	»	»	»	0,16
1.300	0..26,44	0..52,89	89.. 7,11	»	»	»	0,15

Digitized by Google

1	9	10	11	12	13	14	15	16
RADIO.	R tang. γ.	R (sec. $\gamma - 1$).	R sen. γ.	R (sen. $\frac{3}{2}\gamma$ — sen. $\frac{1}{2}\gamma$).	R (sen. ver. $\frac{3}{2}\gamma$—sen. ver. $\frac{1}{2}\gamma$).	2 c' sen. $\frac{1}{4}\gamma$.	2 R sen. ver. γ.	2 t' sen. $\frac{1}{2}\gamma$.
660	20,01	0,30	20	19,99	0,61	0,30	0,61	0,30
680	"	"	"	"	0,59	0,29	0,59	0,29
700	"	0,29	"	"	0,57	"	0,57	"
720	20,00	0,28	"	"	0,56	0,28	0,56	0,28
740	"	0,27	"	"	0,54	0,27	0,54	0,27
760	"	0,26	"	"	0,53	0,26	0,53	0,26
780	"	"	"	"	0,51	"	0,51	"
800	"	0,25	"	"	0,50	0,25	0,50	0,25
820	"	0,24	"	"	0,49	0,24	0,49	0,24
840	"	"	"	"	0,48	"	0,48	"
860	"	0,23	"	"	0,47	0,23	0,47	0,23
880	"	"	"	"	0,45	"	0,45	"
900	"	0,22	"	"	0,44	0,22	0,44	0,22
920	"	"	"	"	0,43	"	0,43	"
940	"	0,21	"	"	"	0,21	"	0,21
960	"	"	"	"	0,42	"	0,42	"
980	"	0,20	"	"	0,41	0,20	0,41	0,20
1.000	"	"	"	"	0,40	"	0,40	"
1.050	"	0,19	"	20,00	0,38	0,19	0,38	0,19
1.100	"	0,18	"	"	0,36	0,18	0,36	0,18
1.150	"	0,17	"	"	0,35	0,17	0,35	0,17
1.200	"	"	"	"	0,33	"	0,33	"
1.250	"	0,16	"	"	0,32	0,16	0,32	0,16
1.300	"	0,15	"	"	0,31	0,15	0,31	0,15

Digitized by Google

1	2	3	4	5	6	7	8
RADIO.	$\frac{1}{2}\gamma$.	γ.	$90°-\gamma$.	2 R sen. $\frac{1}{2}\gamma$.	R tang. $\frac{1}{2}\gamma$.	2 R sen. γ.	R sen. ver. γ.
1.350	0°..25′,46	0°..50′,93	89°.. 9′,07	20	10	40	0,15
1.400	0 ..24 ,56	0 ..49 ,11	89 ..10 ,89	»	»	»	0,14
1.450	0 ..23 ,71	0 ..47 ,42	89 ..12 ,58	»	»	»	»
1.500	0 ..22 ,92	0 ..45 ,84	89 ..14 ,16	»	»	»	0,13
1.550	0 ..22 ,18	0 ..44 ,36	89 ..15 ,64	»	»	»	»
1.600	0 ..21 ,49	0 ..42 ,97	89 ..17 ,03	»	»	»	0,12
1.650	0 ..20 ,83	0 ..41 ,67	89 ..18 ,33	»	»	»	»
1.700	0 ..20 ,22	0 ..40 ,44	89 ..19 ,56	»	»	»	»
1.750	0 ..19 ,64	0 ..39 ,29	89 ..20 ,71	»	»	»	0,11
1.800	0 ..19 ,10	0 ..38 ,20	89 ..21 ,80	»	»	»	»
1.850	0 ..18 ,58	0 ..37 ,16	89 ..22 ,84	»	»	»	»
1.900	0 ..18 ,09	0 ..36 ,19	89 ..23 ,81	»	»	»	»
1.950	0 ..17 ,63	0 ..35 ,26	89 ..24 ,74	»	»	»	0,10
2.000	0 ..17 ,19	0 ..34 ,38	89 ..25 ,62	»	»	»	»
2.100	0 ..16 ,37	0 ..32 ,74	89 ..27 ,26	»	»	»	»
2.200	0 ..15 ,63	0 ..31 ,25	89 .28 ,75	»	»	»	0,09
2.300	0 ..14 ,95	0 ..29 ,89	89 ..30 ,11	»	»	»	»
2.400	0 ..14 ,32	0 ..28 ,65	89 ..31 ,35	»	»	»	0,08
2.500	0 ..13 ,75	0 ..27 ,50	89 ..32 ,50	»	»	»	»
2.600	0 ..13 ,22	0 ..26 ,44	89 ..33 ,56	»	»	»	»
2.700	0 ..12 ,73	0 ..25 ,46	89 ..34 ,54	»	»	»	0,07
2.800	0 ..12 ,28	0 ..24 ,56	89 ..35 ,44	»	»	»	»
2.900	0 ..11 ,85	0 ..23 ,71	89 ..36 ,29	»	»	»	»
3.000	0 ..11 ,46	0 ..22 ,92	89 ..37 ,08	»	»	»	»

Digitized by Google

1	9	10	11	12	13	14	15	16
RADIO.	R tang. γ.	R (sec. $\gamma - 1$).	R sen. γ.	R (sen. $\frac{3}{2}\gamma$ — sen. $\frac{1}{2}\gamma$).	R (sen. ver. $\frac{3}{2}\gamma$ — sen. ver. $\frac{1}{2}\gamma$).	2 c' sen. $\frac{1}{4}\gamma$.	2 R sen. ver. γ.	2 i' sen. $\frac{1}{2}\gamma$.
1.350	20	0,15	20	20	0,30	0,15	0,30	0,15
1.400	,,	0,14	,,	,,	0,29	0,14	0,29	0,14
1.450	,,	,,	,,	,,	0,28	,,	0,28	,,
1.500	,,	0,13	,,	,,	0,27	0,13	0,27	0,13
1.550	,,	,,	,,	,,	0,26	,,	0,26	,,
1.600	,,	0,12	,,	,,	0,25	0,12	0,25	0,12
1.650	,,	,,	,,	,,	0,24	,,	0,24	,,
1.700	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,
1.750	,,	0,11	,,	,,	0,23	0,11	0,23	0,11
1.800	,,	,,	,,	,,	0,22	,,	0,22	,,
1.850	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,
1.900	,,	,,	,,	,,	0,21	,,	0,21	,,
1.950	,,	0,10	,,	,,	,,	0,10	,,	0,10
2.000	,,	,,	,,	,,	0,20	,,	0,20	,,
2.100	,,	,,	,,	,,	0,19	,,	0,19	,,
2 200	,,	0,09	,,	,,	0,18	0.09	0,18	0,09
2.300	,,	,,	,,	,,	0,17	,,	0,17	,,
2.400	,,	0,08	,,	,,	,,	0,08	,,	0,08
2.500	,,	,,	,,	,,	0,16	,,	0,16	,,
2.600	,,	,,	,,	,,	0,15	,,	0,15	,,
2.700	,,	0,07	,,	,,	,,	0,07	,,	0,07
2.800	,,	,,	,,	,,	0,14	,,	0,14	,,
2.900	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,
3.000	,,	,,	,,	,,	0,13	,,	0,13	,,

Digitized by Google

1	2	3	4	5	6	7	8
RADIO.	$\frac{1}{2}\gamma$.	γ.	$90°-\gamma$.	2 R sen. $\frac{1}{2}\gamma$.	R tang. $\frac{1}{2}\gamma$.	2 R sen. γ.	R sen. ver. γ
3.100	0°..11',09	0°..22',18	89°..37',82	20	10	40	0,06
3.200	0..10,74	0..21,49	89..38,51	"	"	"	"
3.300	0..10,42	0..20,83	89..39,17	"	"	"	"
3.400	0..10,11	0..20,22	89..39,78	"	"	"	"
3.500	0.. 9,82	0..19,64	89..40,36	"	"	"	"
3.600	0.. 9,55	0..19,10	89..40,90	"	"	"	"
3.700	0.. 9,29	0..18,58	89..41,42	"	"	"	0,05
3.800	0.. 9,05	0..18,09	89..41,91	"	"	"	"
3.900	0.. 8,81	0..17,63	89..41,37	"	"	"	"
4.000	0.. 8,59	0..17,19	89..42,81	"	"	"	"
4.100	0.. 8,38	0..16,77	89..43,23	"	"	"	"
4.200	0.. 8,19	0..16,37	89..43,63	"	"	"	"
4.300	0.. 7,99	0..15,99	89..44,01	"	"	"	"
4.400	0.. 7,81	0..15,63	89..44,37	"	"	"	"
4.500	0.. 7,64	0..15,28	89..44,72	"	"	"	0,04
4.600	0.. 7,47	0..14,95	89..45,05	"	"	"	"
4.700	0.. 7,31	0..14,63	89..45,37	"	"	"	"
4.800	0.. 7,16	0..14,32	89..45,68	"	"	"	"
4.900	0.. 7,02	0..14,03	89..45,97	"	"	"	"
5.000	0.. 6,88	0..13,75	89..46,25	"	"	"	"

Digitized by Google

1	9	10	11	12	13	14	15	16
RADIO.	R tang. γ.	R (sec. $\gamma - 1$).	R sen. γ.	R (sen. $\frac{3}{2}\gamma$ — sen. $\frac{1}{2}\gamma$).	R (sen. ver. $\frac{3}{2}\gamma$ — sen. ver. $\frac{1}{2}\gamma$).	2 c' sen. $\frac{1}{4}\gamma$.	2 R sen. ver. γ.	2 t' sen. $\frac{1}{2}\gamma$.
3.100	20	0,06	20	20	0,13	0,06	0,13	0,06
3.200	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,
3.300	,,	,,	,,	,,	0,12	,,	0,12	,,
3.400	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,
3.500	,,	,,	,,	,,	0,11	,,	0,11	,,
3.600	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,
3.700	,,	0,05	,,	,,	,,	0,05	,,	0,05
3.800	,,	,,	,,	,,	0,10	,,	0,10	,,
3.900	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,
4.000	,,	,,		,,	,,	,,	,,	,,
4.100	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,
4.200	,,	,,	,,	,,	0,09	,,	0,09	,,
4.300	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,
4.400	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,
4.500	,,	0,04	,,	,,	,,	0,04	,,	0,04
4.600	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,
4.700	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,
4.800	,,	,,	,,	,,	0,08	,,	0,08	,,
4.900	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,
5.000	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,	,,

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLA IV.

LONGITUD DE LOS ARCOS DE CÍRCULO DE RADIO UNO Y GRADUACION CRECIENTE DE 1''' EN 1''', Y DE CENTESIMA EN CENTESIMA DE MINUTO.

Digitized by Google

Digitized by Google

Grados.	Arcos.	Grados.	Arcos.	Grados.	Arcos.
1	0,0174533	31	9,5410521	61	1,0646508
2	349066	32	585054	62	821041
3	523599	33	759587	63	995574
4	698132	34	934119	64	1,1170107
5	872665	35	0,6108652	65	344640
6	0,1047198	36	283185	66	519173
7	221730	37	457718	67	693706
8	396263	38	632251	68	868239
9	570796	39	806784	69	1,2042772
10	745329	40	981317	70	217305
11	919862	41	0,7155850	71	391838
12	0,2094395	42	330383	72	566371
13	268928	43	504916	73	740904
14	443461	44	679449	74	915436
15	617994	45	853982	75	1,3089969
16	792527	46	0,8028515	76	264502
17	967060	47	203047	77	439035
18	0,3141593	48	377580	78	613568
19	316126	49	552113	79	788101
20	490659	50	726646	80	962634
21	665191	51	901179	81	1,4137167
22	839724	52	0,9075712	82	311700
23	0,4014257	53	250245	83	486233
24	188790	54	424778	84	660766
25	363323	55	599311	85	835299
26	537856	56	773844	86	1,5009832
27	712389	57	948377	87	184364
28	886922	58	1,0122910	88	358897
29	0,5061455	59	297443	89	533430
30	235988	60	471976	90	707963

Digitized by Google

Grados.	Arcos.	Grados.	Arcos.	Grados.	Arcos.
91	1,5882496	121	2,1118483	151	2,6354471
92	1,6057029	122	293016	152	529004
93	231562	123	467549	153	703537
94	406095	124	642082	154	878070
95	580628	125	816615	155	2,7052603
96	755161	126	991148	156	227136
97	929693	127	2,2165681	157	401668
98	1,7104226	128	340214	158	576201
99	278759	129	514747	159	750734
100	453292	130	689280	160	925267
101	627825	131	863813	161	2,8099800
102	802358	132	2,3038346	162	274333
103	976891	133	212879	163	448866
104	1,8151424	134	387412	164	623399
105	325957	135	561945	165	797932
106	500490	136	736478	166	972465
107	675022	137	911010	167	2,9146997
108	849555	138	2,4085543	168	321530
109	1,9024088	139	260076	169	496063
110	198621	140	434609	170	670596
111	373154	141	609142	171	845129
112	547687	142	783675	172	3,0019662
113	722220	143	958208	173	194195
114	896753	144	2,5132741	174	368728
115	2,0071286	145	307274	175	543261
116	245819	146	481807	176	717794
117	420352	147	656339	177	892327
118	594885	148	830872	178	3,1066860
119	769418	149	2,6005405	179	241393
120	943950	150	179938	180	415927

Digitized by Google

Minutos.	Arcos.	Minutos.	Arcos.	Segundos.	Arcos.
1	0,0002909	31	0,0090175	1	0,0000048
2	05818	32	93084	2	097
3	08727	33	95993	3	145
4	11636	34	98902	4	194
5	14544	35	0,0101811	5	242
6	17453	36	04720	6	291
7	20362	37	07629	7	339
8	23271	38	10538	8	388
9	26180	39	13446	9	436
10	29089	40	16355	10	485
11	31998	41	19264	11	533
12	34907	42	22173	12	582
13	37815	43	25082	13	630
14	40724	44	27991	14	679
15	43633	45	30900	15	727
16	46542	46	33809	16	776
17	49451	47	36717	17	824
18	52360	48	39626	18	873
19	55269	49	42535	19	921
20	58178	50	45444	20	970
21	61087	51	48353	21	0,0001018
22	63995	52	51262	22	1067
23	66904	53	54171	23	1115
24	69813	54	57080	24	1164
25	72722	55	59989	25	1212
26	75631	56	62897	26	1261
27	78540	57	65806	27	1309
28	81449	58	68715	28	1357
29	84358	59	71624	29	1406
30	87266	60	74533	30	1454

Digitized by Google

Segundos.	Arcos.	Terceros.	Arcos.	Terceros.	Arcos.
31	0,0001503	1	0,0000001	31	0,0000025
32	1551	2	2	32	26
33	1599	3	2	33	27
34	1648	4	3	34	27
35	1697	5	4	35	28
36	1745	6	5	36	29
37	1794	7	6	37	30
38	1842	8	6	38	31
39	1891	9	7	39	32
40	1939	10	8	40	32
41	1988	11	9	41	33
42	2036	12	0,0000010	42	34
43	2085	13	11	43	35
44	2133	14	11	44	36
45	2182	15	12	45	36
46	2230	16	13	46	37
47	2279	17	14	47	38
48	2327	18	15	48	39
49	2376	19	15	49	40
50	2424	20	16	50	40
51	2473	21	17	51	41
52	2521	22	18	52	42
53	2570	23	19	53	43
54	2618	24	19	54	44
55	2666	25	20	55	44
56	2715	26	21	56	45
57	2763	27	22	57	46
58	2812	28	23	58	47
59	2860	29	23	59	48
60	2909	30	24	60	48

Digitized by Google

Minutos.	Arcos.	Minutos.	Arcos.	Minutos.	Arcos.
0,01	0,0000029	0,34	0,0000989	0,67	0,0001949
2	58	35	0,0001018	68	978
3	87	36	047	69	0,0002007
4	0,0000116	37	076	70	036
5	145	38	105	71	065
6	175	39	135	72	094
7	204	40	164	73	124
8	233	41	193	74	153
9	262	42	222	75	182
0,10	291	43	251	76	211
11	320	44	280	77	240
12	349	45	309	78	269
13	378	46	338	79	298
14	407	47	367	80	327
15	436	48	396	81	356
15	465	49	425	82	385
17	495	50	455	83	414
18	524	51	484	84	444
19	553	52	513	85	473
20	582	53	542	86	502
21	611	54	571	87	531
22	640	55	600	88	560
23	669	56	629	89	589
24	698	57	658	90	618
25	727	58	687	91	647
26	756	59	716	92	672
27	785	60	745	93	705
28	815	61	774	94	734
29	844	62	804	95	764
30	873	63	833	96	793
31	902	64	862	97	822
32	931	65	891	98	851
33	960	66	920	99	880

Digitized by Google

Digitized by Google

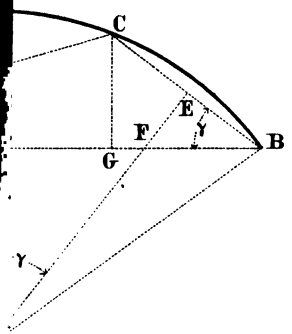
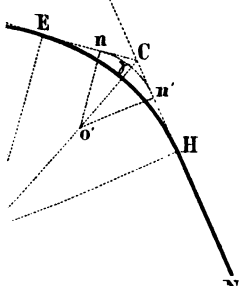


Fig. 2.

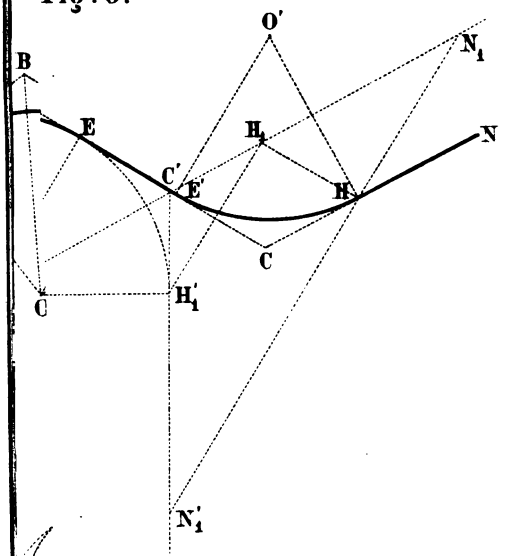
Fig. 4.



Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 6.



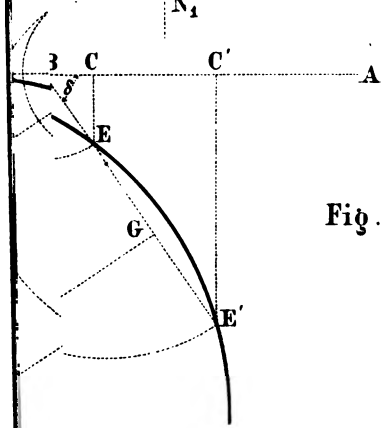


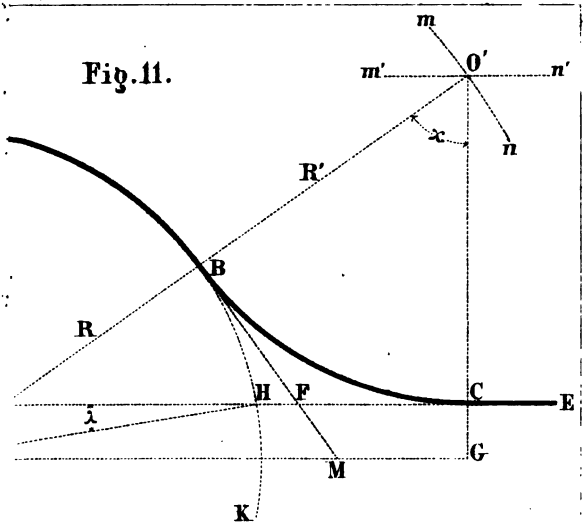
Fig. 8.

Digitized by Google

E

Digitized by Google

Fig. 11.



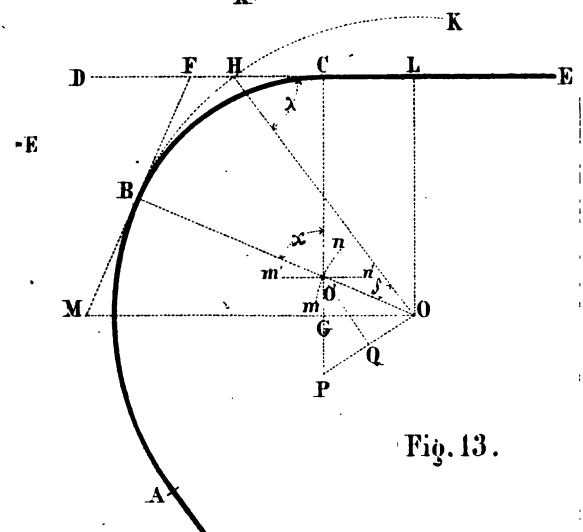
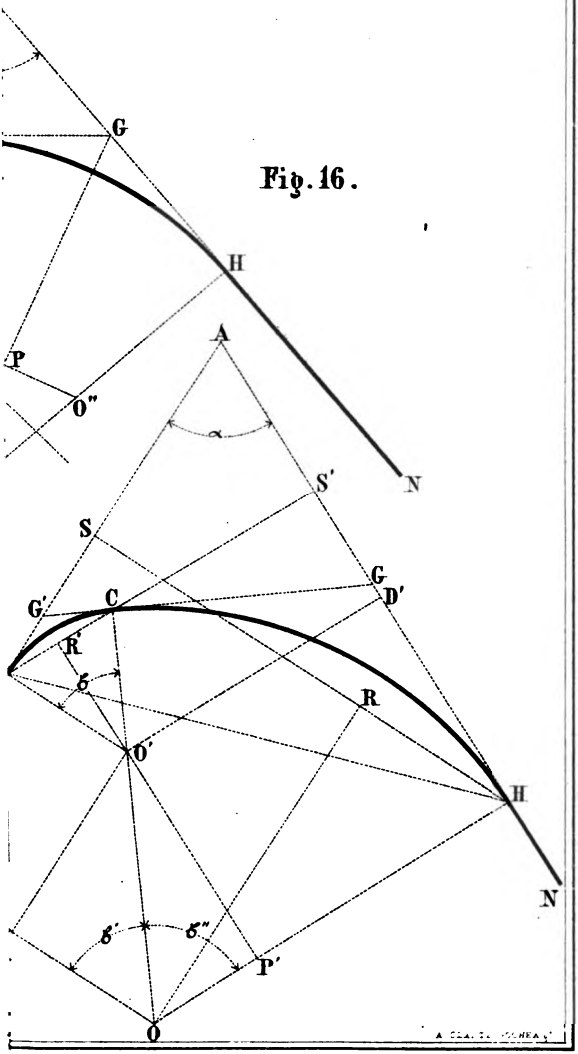


Fig. 13.

Digitized by Google

Digitized by Google

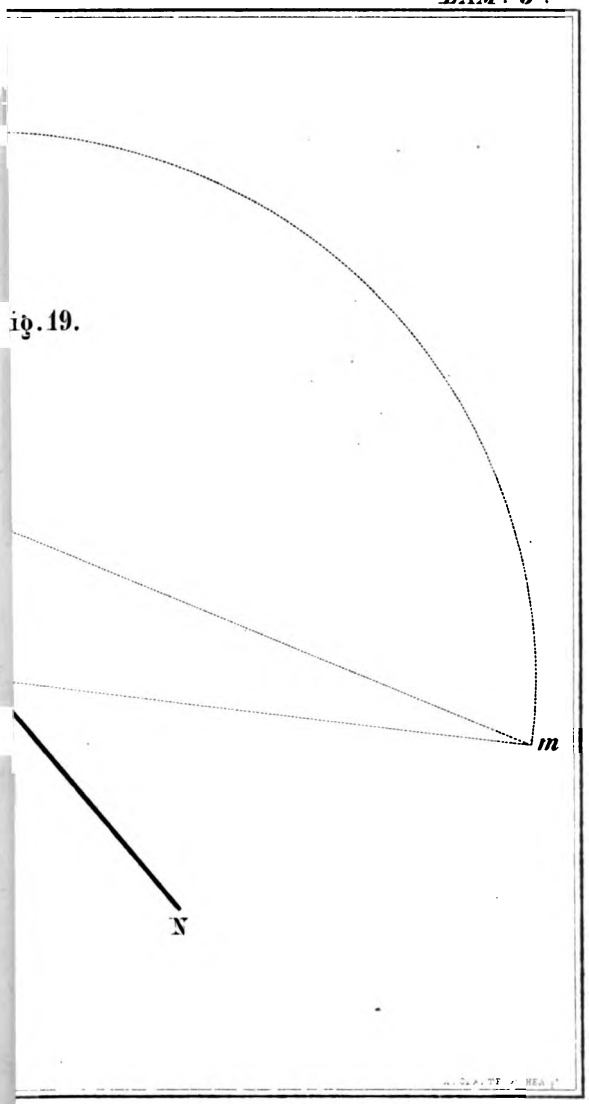
Fig. 16.



Digitized by Google

ig. 1

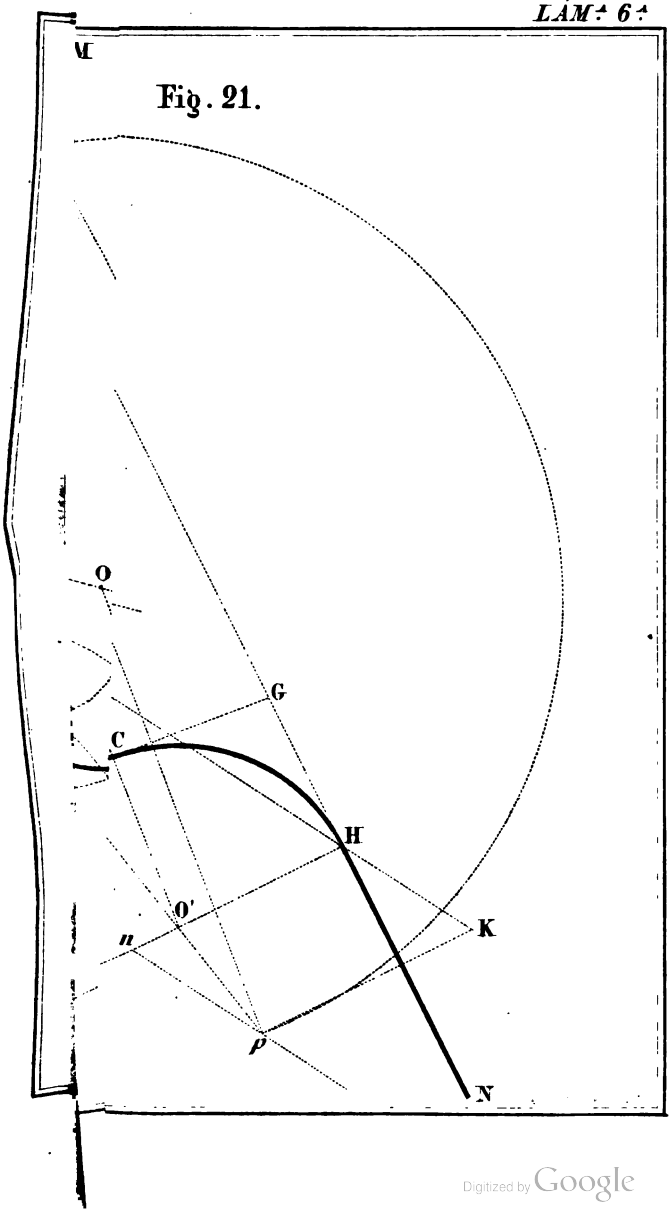
Digitized by Google



Digitized by Google

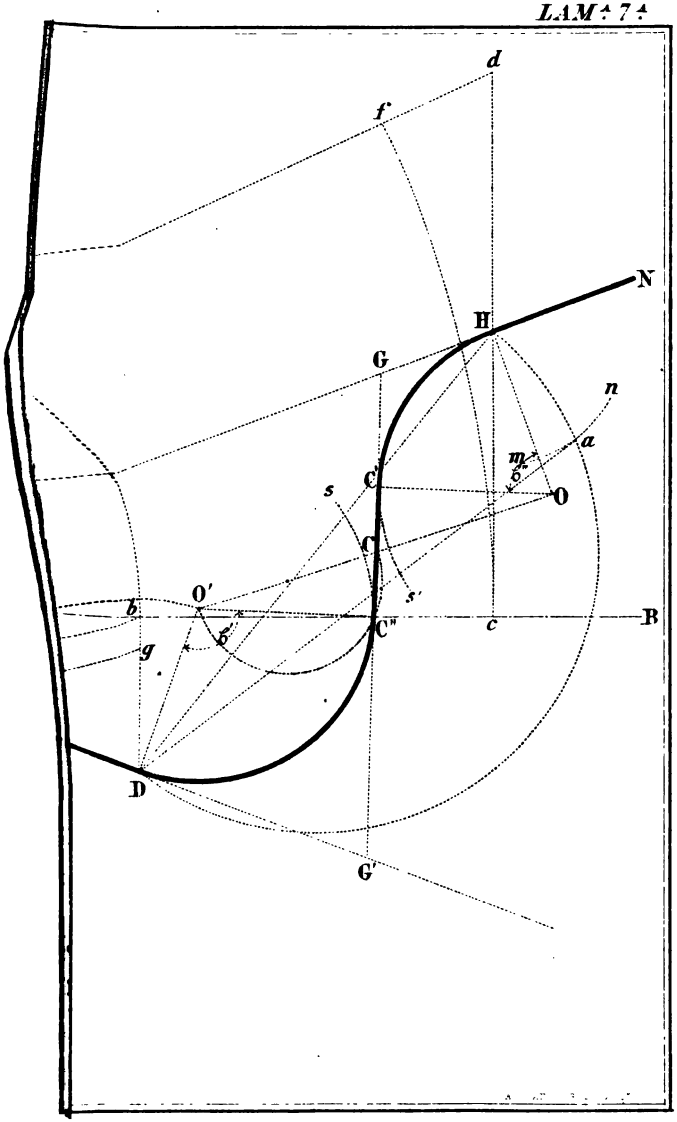
Digitized by Google

Fig. 21.



Digitized by Google

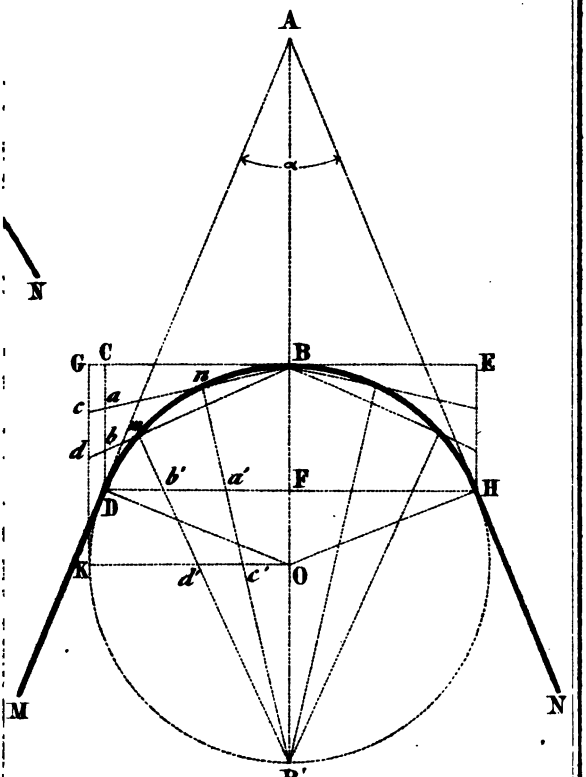
Digitized by Google



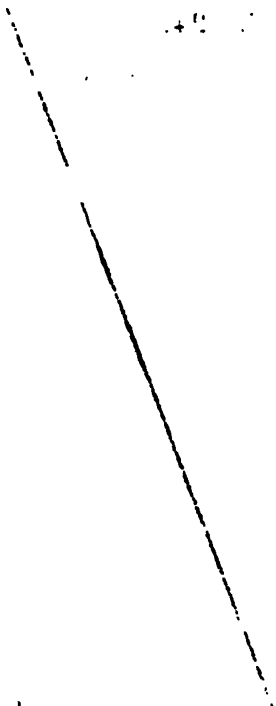
Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 26.

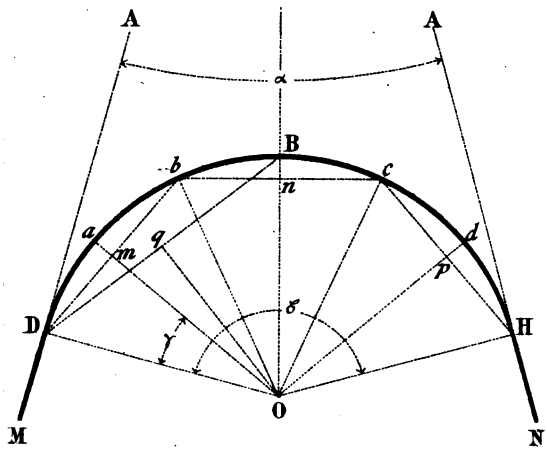


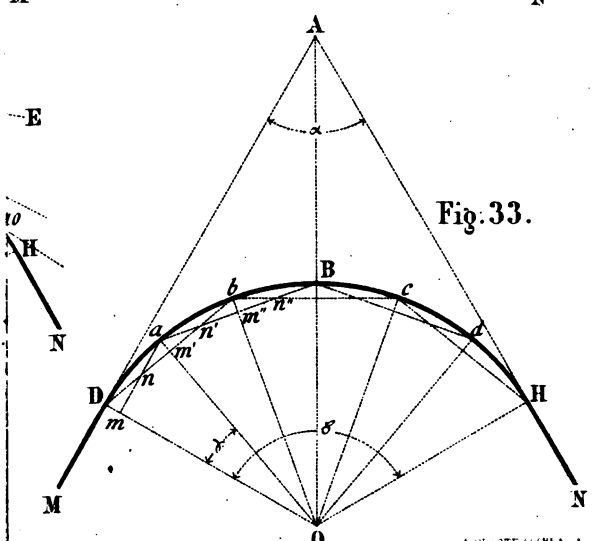
Digitized by Google



Digitized by Google

Fig.30.





Digitized by Google

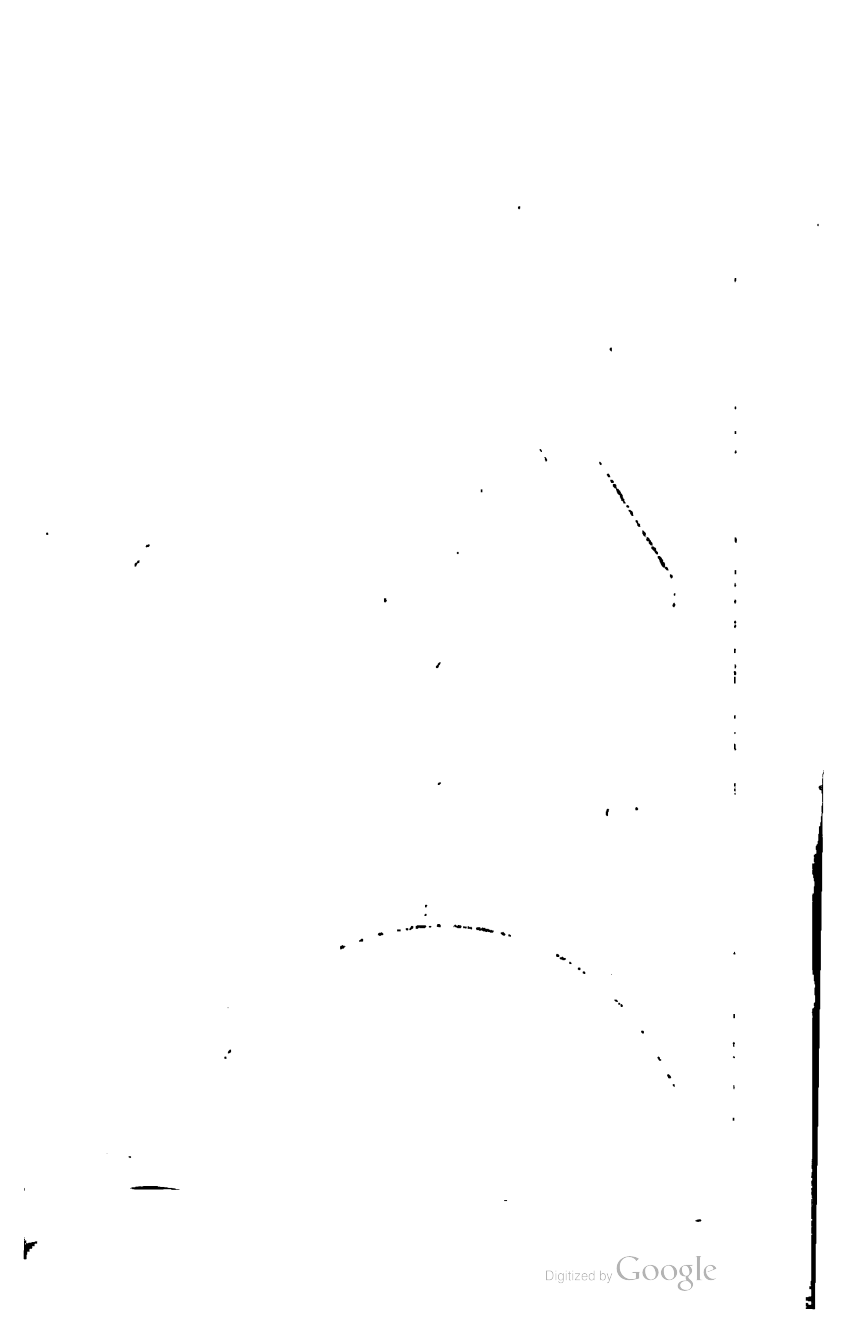
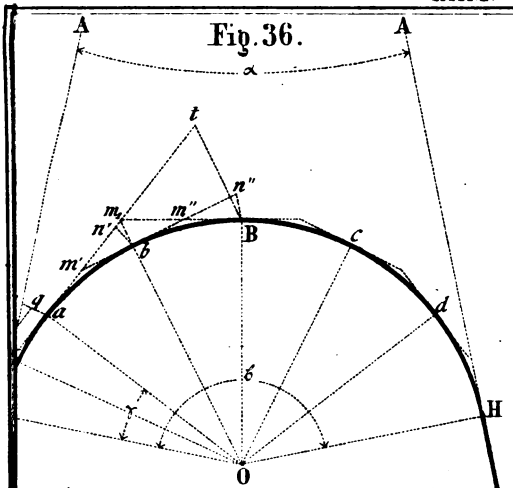

Digitized by Google

Fig.36.



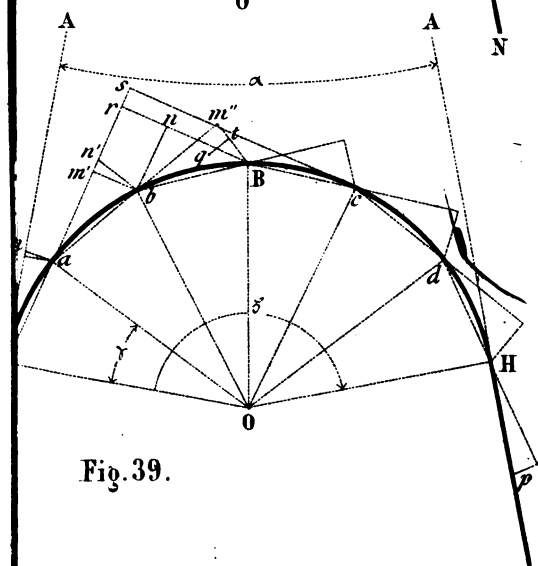
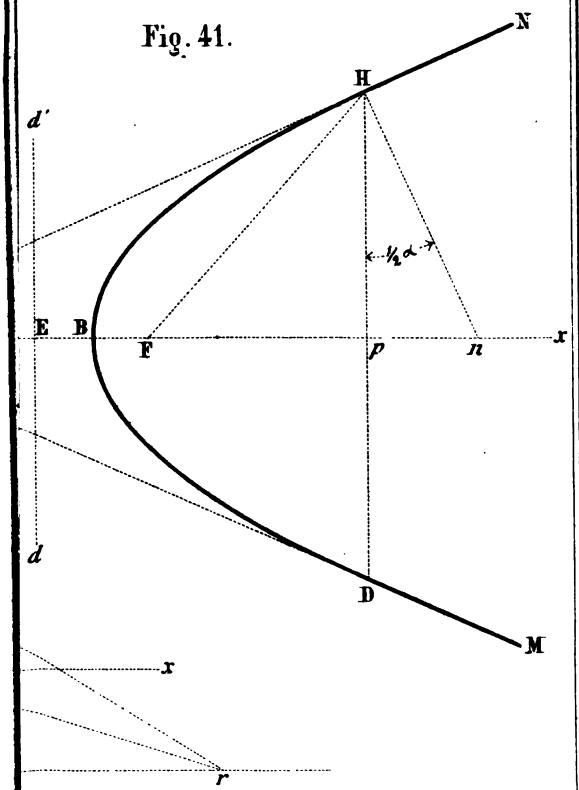


Fig.39.

Digitized by Google

Digitized by Google

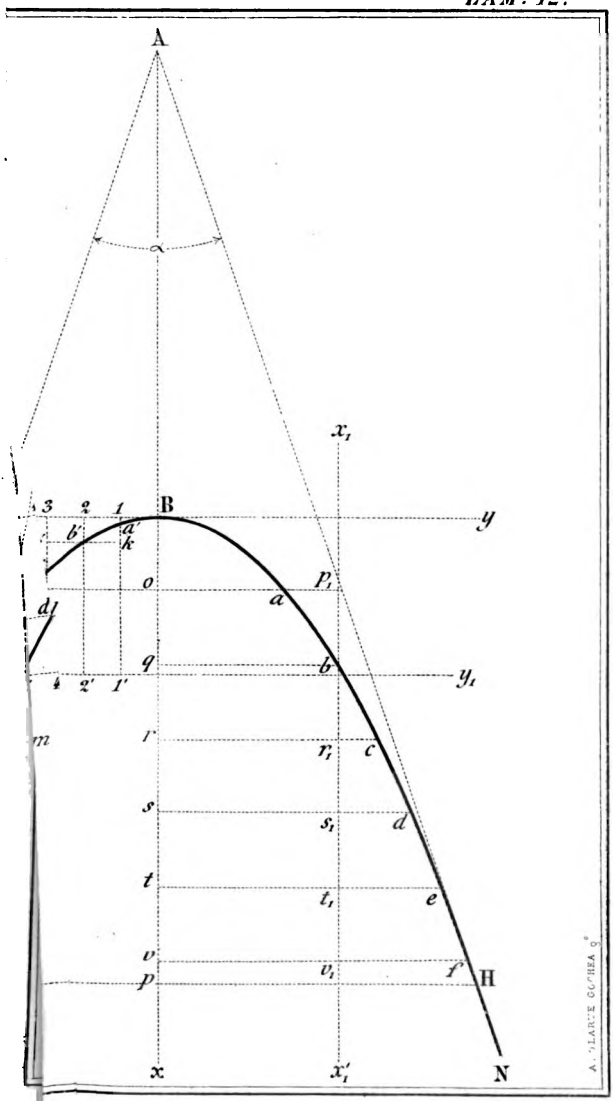
Fig. 41.



ig. 42.

Digitized by Google

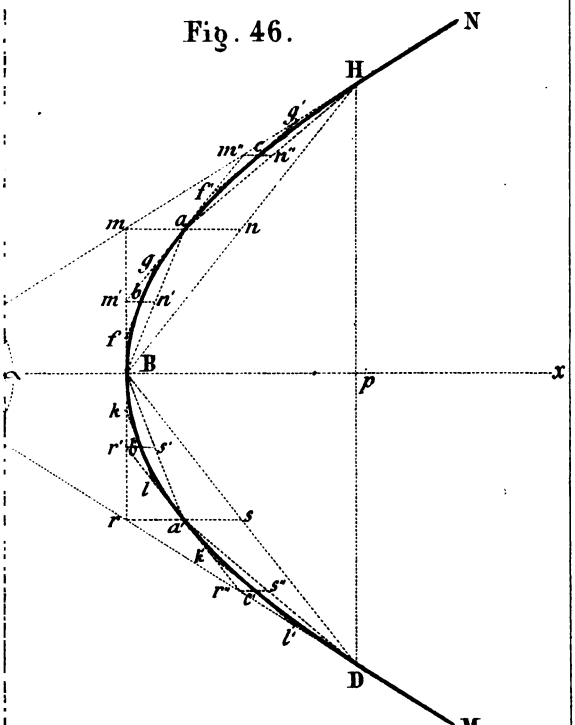
Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 46.

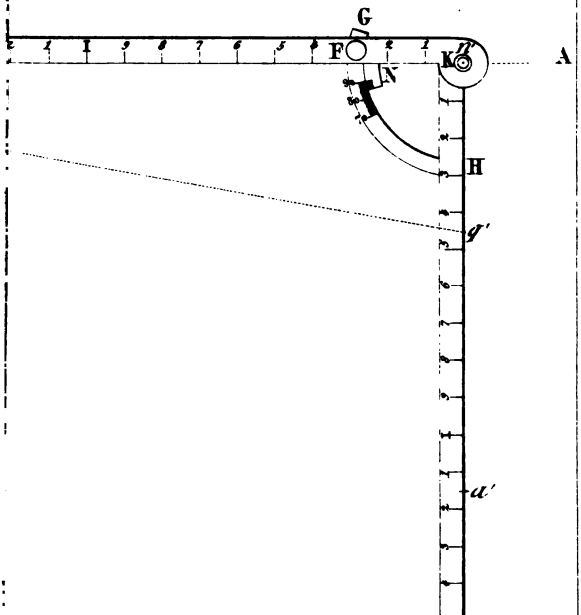


A. OLARTE GOCHEA g.ª

Digitized by Google

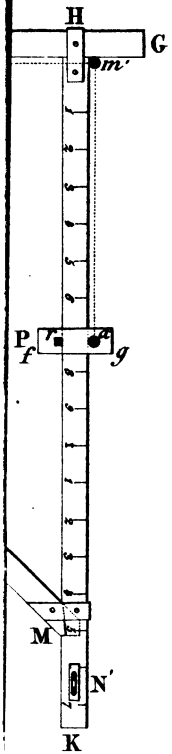
Digitized by Google

48.



Digitized by Google

Digitized by Google



A.O.G. 3.ª

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google